Geologische und lagerstättenkundliche Untersuchungen an Torfmooren in Nordostbayern unter Berücksichtigung wirtschaftlicher, landesplanerischer und ökologischer Aspekte

von

Klaus Rimpel

aus Weißenburg/Bayern

Diss
Erlangen
1984

1986 № 120

Geologische und lagerstättenkundliche Untersuchungen an Torfmooren in Nordostbayern unter Berücksichtigung wirtschaftlicher, landesplanerischer und ökologischer Aspekte

Den Naturwissenschaftlichen Fakultäten
der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
zur
Erlangung des Doktorgrades

vorgelegt von
Klaus Rimpel
aus Weißenburg/Bayern

Als Dissertation genehmigt von den Naturwissenschaftlichen Fakultäten der Universität Erlangen-Nürnberg

Tag der mündlichen Prüfung: 5. Februar 1986

Vorsitzender der Promotionskommission:
Professor Dr. K. Brodersen

Erstberichterstatter: Professor Dr. G. Lüttig
Zweitberichterstatter: Professor Dr. R. Roßner

Vorwort

Allen, die am Zustandekommen dieser Arbeit Anteil gehabt haben, möchte ich herzlich danken. Ganz besonders zu Dank verpflichtet bin ich Herrn Prof. Dr. G. Lüttig für die Vergabe des Themas, die Betreuung sowohl im Gelände als auch im Institut in Erlangen und die vielfachen Anregungen und Hinweise.

Weiterhin gilt mein Dank Herrn Dr. K. Christanis (Saloniki), der lebhaften Anteil an dieser Arbeit nahm und sie durch viele Ideen bereichert hat. Danken möchte ich auch Herrn Dr. J. Tüxen (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover), der mir die Möglichkeit verschaffte, für einige Wochen die stratigraphische Geländeaufnahme der Moore nach der in Niedersachsen üblichen Methode kennenzulernen. Interessante Erkenntnisse aus vegetationsgeschichtlicher Sicht verdanke ich gemeinsamen Geländebegehungen mit Herrn Prof. Dr. H.-J. Beug (Universität Göttingen).

Die ^{14}C-Altersdatierungen wurden von Herrn Prof. Dr. M. Geyh (Niedersächsisches Landesamt für Bodenforschung, Hannover) durchgeführt. Dafür möchte ich mich bei ihm bedanken. Des weiteren schulde ich Dank Herrn Dr. M. Schuch (Bayerische Landesanstalt für Pflanzenbau und Bodenkultur, München) für die Bereitstellung von Karten aus dem bayerischen Moorkataster sowie die Beschaffung von Literatur.

Im Gelände wurde ich bei den Bohrarbeiten hilfreich von Herrn Dipl.-Geol. R. Wahnig unterstützt, der auch im Institut in Erlangen als Diskussionspartner der vielfältigen Probleme gerne zur Verfügung stand. Die chemischen Analysen der Asche mittels Atomabsorption wurden dankenswerter Weise von Frau Dipl.-Min. M. Wahnig und Herrn Dipl.-Geol. R. Lippert im Geologischen Institut in Erlangen ausgeführt.

Wertvolle Hinweise erhielt ich während der Geländearbeiten von den Herren W. Jackwert (Bad Alexandersbad), K. Seifert (Selb), W. Gipp (Raubling), H. Götz (Klardorf) und K. Wöllner (Bad Alexandersbad).

Nicht zuletzt möchte ich meiner Frau Margitta für ihre ständige Unterstützung und Anteilnahme meinen herzlichen Dank aussprechen.

Seite

Vorwort III

Inhaltsverzeichnis IV

Zusammenfassung 1

Abstract 3

1. Einleitung 5

1.1. Allgemeiner Überblick 5

1.2. Lage der untersuchten Moore 7

1.3. Klimatische Verhältnisse 13

1.4. Geologischer Überblick 13

1.5. Erforschungsgeschichte 19

1.6. Geschichte des Torfabbaus 22

2. Arbeitsmethodik 27

2.1. Geländeuntersuchungen 27

2.2. Laboruntersuchungen 3o
2.2.1. Mikroskopische Bestimmung der Pflanzenreste 3o
2.2.2. Altersbestimmungen 31
2.2.3. Wassergehalt 32
2.2.4. Aschegehalt 32
2.2.5. PH-Wert 33
2.2.6. Zersetzungsgrad 33
2.2.7. Alkalilösliche Huminsäuren 34
2.2.8. Wasserkapazität 35
2.2.9. Chemische Analyse der Asche 35
2.2.1o. Mineralogische und sedimentologische Untersuchungen 35

3. Beschreibung der Moore 37

3.1. Geologische Beschaffenheit des Moorunterlagers 37
3.1.1. Versumpfungsmoore (Typ I) 38
3.1.1.1. Versumpfungsmoore auf tertiären Tonen 38
3.1.1.2. Versumpfungsmoore auf fluviatilen Ablagerungen 41
3.1.1.3. Versumpfungsmoore auf Auelehmen 45
3.1.2. Verlandungsmoore (Typ II) 47
3.1.3. Soligene Hangmoore (Typ III) 59

3.2. Stratigraphische Abfolge der Torfschichten 75
3.2.1. Überblick 75
3.2.2. Braunmoostorfe 77
3.2.3. Schluffig-tonige Sedimente der Jüngeren Dryas 79
3.2.4. Seggentorfe 8o
3.2.5. Carex-Eriophorum-Scheuchzeria-Torfe 81
3.2.6. Bruchwaldtorfe 82

Seite

3.2.7. Wollgrastorfe 83
3.2.8. Sphagnum-Torfe 84
3.2.9. Mineralische Bedeckung der Moore 86

3.3. Rezente Vegetation 9o
3.3.1. Vegetation der nicht abgetorften Moorteile 9o
3.3.2. Vegetation der abgetorften Moorteile 91

3.4. Verteilung des Wasser- und Aschegehalts 92

3.5. Verteilung des Zersetzungsgrades 96

4. Ergebnisse der chemischen und physikalischen Untersuchungen 98

4.1. Chemische Analyse der Asche 98

4.2. pH-Werte 112

4.3. Untersuchungen zur balneologischen Eignung der Torfe 113

5. Klimageschichte der spät- und postglazialen Zeit 115

6. Lagerstättenkundliche und wirtschaftliche Aspekte der nordostbayerischen Moore 118

6.1. Allgemeine wirtschaftliche Situation 118

6.2. Rechtliche Bestimmungen für den Torfabbau in Bayern 119

6.3. Abbaumethodik 122

6.4. Wirtschaftliche Überlegungen zur Badetorfversorgung der nordostbayerischen Bäder 123
6.4.1. Kostensituation 123
6.4.2. Torflagerstätten und Torfreserven 125
6.4.2.1. Häuselloh 125
6.4.2.2. Torflohe 128
6.4.2.3. Ruppertsgrün 129
6.4.2.4. Mühlbacher Wald 131
6.4.2.5. Klardorf 132
6.4.2.6. Sonstige Moore 134
6.4.3. Zugänglichkeit des Torfes 138

7. Bewertung der Moore unter Aspekten des Naturschutzes 141

7.1. Allgemeiner Überblick 141

7.2. Hydrologische Aspekte des Moorschutzes 142

7.3. Moorregeneration am Beispiel der Häuselloh 145

7.4. Schutzmaßnahmen für kleinflächige Moore 15o

8. Nutzungsvorschläge 152

9. Literaturverzeichnis 157

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41538110_0006

Zusammenfassung

Anhand von 32 Mooren im nordostbayerischen Gebiet werden die Entwicklung sowie der stratigraphische Aufbau der Moore und ihres Unterlagers in diesem Gebiet aufgezeigt. Das Unterlager wird mit wenigen Ausnahmen von pleistozänen Fließerden bzw. pleistozänen fluviatilen Ablagerungen gebildet. Nur in drei Mooren konnten limnische Sedimente von nennenswerter Mächtigkeit gefunden werden.

Altersbestimmungen nach der ^{14}C-Methode ergaben, daß das Torfwachstum schon in spätglazialer Zeit (ca. 12.ooo Jahre vor heute) einsetzte. Die meisten Moore blieben im Stadium der Nieder- und Übergangsmoore. Nur in wenigen Fällen wurden ombrogene Sphagnum-Torfe im Top beobachtet. Hier ging die Entwicklung bis zum echten Hochmoorstadium.

Als typische Horizonte, die sich in vielen Mooren auch über weitere Strecken verfolgen lassen, erwiesen sich ein Ton- bzw. Schluffmuddehorizont der Jüngeren Dryas-Zeit, eine Lage von Bruchwaldtorfen des Atlantikums sowie im Hangenden dieser Bruchwaldtorfe eine Lage mit deutlichem Aschegehaltsanstieg. Diese signifikanten Schichten werden als Auswirkungen mehrfacher Klimaschwankungen interpretiert.

Bei der chemischen Untersuchung einiger ausgewählter Torfprofile ergab sich, daß der Gehalt an Nährstoffen und Spurenelementen überwiegend vom Gehalt an eingeschwemmten bzw. eingewehten Mineralien bestimmt wird. Besonders deutlich läßt sich das für die Elemente Kalium und Aluminium belegen. Prägnante Abweichungen davon zeigt die Verteilung von Blei und Cadmium in den Torfprofilen. Durch die anthropogene Belastung der Umwelt sind die obersten Lagen der Moore stark mit diesen Schwermetallen kontaminiert. Bei Zink läßt sich auf Grund der Analysen sagen, daß die Werte in den Sphagnum- und Bruchwaldtorfen im Vergleich zu den übrigen Torfarten innerhalb eines Profils deutlich erhöht sind.

Bei den flächenmäßig größeren Mooren wurden die für balneologische Nutzung noch vorhandenen Torfvorräte ermittelt. In den erfaßten Mooren sind noch mehr als 4oo.ooo m^3 Torf gewinnbar, von denen aber nur die Vorräte im Moor von Klardorf zur Zeit verfügbar sind. Vor allem Aspekte des Naturschutzes stehen in den meisten Fällen einem Torfabbau im Wege.

Neben der lagerstättenkundlichen Bewertung wurden die Moore auch unter dem Gesichtspunkt des Natur- und Artenschutzes betrachtet. Dabei ergab sich, daß mit Ausnahme der beiden großen Naturschutzgebiete Torflohe und Häuselloh auf den nicht abgetorften Moorteilen kaum noch typische Moorpflanzen stehen. Im Gegensatz dazu haben sich in den alten Torfstichen z.T. recht beachtliche Wiedervernässungsflächen mit überwiegend Niedermoorvegetation gebildet.

Für den Ausgleich der konkurrierenden Interessen von Naturschutz und Torfabbau wird vorgeschlagen, die Restflächen der ausgetrockneten Moorteile mit Torfmächtigkeiten von mehr als 1 m als Abbauflächen im Rahmen der Landesplanung auszuweisen und zu sichern. Auf diesen meist sehr kleinräumigen Flächen ist ein selektiver Abbau überwiegend ohne weitere Entwässerungsmaßnahmen mit Hydraulik-Baggern möglich und für den geringen Bedarf an Badetorf auch wirtschaftlich. Eine andersartige industrielle Nutzung scheidet schon allein aus Qualitätsgründen und wegen der geringen Mengen in den einzelnen Mooren aus. Anschließend an den Abbau sollte durch unterstützende Maßnahmen die Wiedervernässung und somit die Bildung von Feuchtbiotopen gefördert werden.

Abstract

The stratigraphical structure, development, and mineral basement of peat bogs in northeast Bavaria (Federal Republic of Germany) is demonstrated by example of 32 peatlands. With the exception of a few the basement is set up by pleistocene solifluctional or fluviatile sediments. Only in three peat bogs limnal sediments occur as basal layers.

Age determination by ^{14}C-analysis confirmed that bog formation started already in late glacial time (about 12,ooo years b.p.). Most of the peat bogs remained in the stadium of low bogs or transition bogs. Only in a few cases ombrogene sphagnum-peat was observed in the top. The development reached in these particular cases the stadium of raised bogs.

There are some typical layers which occur in many bogs: a "Tonmudde" layer of the Younger Dryas, a layer of wood peat of the Atlanticum, a layer with a distinct increase of ashcontent on top of the wood peat, which represents the time of Late Atlanticum/Early Subboreal. These layers are interpreted as consequences of several climatic changes.

The chemical investigations of some chosen peat profiles proved that the content of nutrients and trace elements is mainly controlled by the amount of minerals, drifted into the bogs by wind and water. This effect is verified particularly clear for the elements potassium and aluminium. The largest deviations from this rule are visible for lead, cadmium and zinc. The uppermost layers of the peat bogs are highly contaminated by lead and cadmium due to the anthropogenetic environmental pollution. The amount of zinc is distinctly increased in sphagnum-peat and wood peat within a peat profile.

For the peatlands with larger area the resources for balneological usage were determined. There are still more than 4oo,ooo m^3 peat in the investigated bogs at hand. The deposit of Klardorf will be the only one available in the near future. Especially aspects of nature protection

will stop a future exploitation.

In addition to the evaluation of the peat deposits aspects of nature protection were taken into consideration. The typical bog vegetation does not exist any longer on the very dry parts of the bogs, which have been not affected by former peat extraction, whereas in the areas of former peat cutting a rather remarkable rewetting with mainly low bog vegetation can be observed.

As a compromise between the conflicting interests of nature protection and peat cutting it is proposed to declare the remaining dry parts of the peatlands with a thickness of more than 1 m as peat winning areas in the scope of regional planning. Peat cutting should be restricted to these areas. Selective peat cutting with hydraulic excavators is possible without larger drainage. The demand for balneological peat is not high in northeast Bavaria and the winning still economical. Another usage of the peat is not possible due to the low quality and the little amount. Subsequently to peat cutting rewetting should be initiated by supporting measures, and therby should be stimulated the development of new wetlands.

1. Einleitung

1.1. Allgemeiner Überblick

Im Rahmen dieser Arbeit wurden 31 Moore in den Landkreisen Bayreuth, Kronach, Kulmbach, Hof, Wunsiedel und Tirschenreuth ausgewählt, um die geologischen Verhältnisse der nordostbayerischen Moore auf einer breiten Basis darzulegen. Berücksichtigt wurden vor allem Moore, die in der Literatur als Torflagerstätten mit mehr oder weniger starkem Torfabbau beschrieben wurden. Ihr heutiger Zustand blieb bei der Auswahl unbeachtet.

Das zweite Ziel neben der geologischen Aufnahme war eine wirtschaftliche Bewertung der Torfvorkommen aus heutiger Sicht und der Nutzungsmöglichkeiten im Interessenkonflikt zwischen Naturschutz und Rohstoffgewinnung.

Da zur Zeit der Untersuchungen das Moor von Klardorf (Landkreis Schwandorf) für die Badetorfversorgung von Bad Alexandersbad (Landkreis Wunsiedel) von Bedeutung war, wird dieses Moor in Zusammenhang mit den oben genannten Mooren behandelt. Als regionaler Schwerpunkt der Arbeit kristallisierte sich der Landkreis Wunsiedel heraus, da hier noch recht beachtliche Torfvorkommen liegen, und auch der Torfabbau auf eine fast 2oo jährige Geschichte zurückblicken kann.

Diese 32 Moore verteilen sich auf folgende morphologische Großeinheiten:

- Frankenwald und Münchberger Gneismasse (12)
- Fichtelgebirge (11)
- Tertiäre Senke im Raum Mitterteich und nördlicher Oberpfälzer Wald (5)
- Flußsystem der Naab (4)

Das niedrigst gelegene Moor ist das von Klardorf mit 355 m über NN, das höchste ist die Torflohe im Fichtelgebirge mit 772 m über NN.

Auf Grund der morphologischen Position und des stratigraphischen Aufbaus werden die untersuchten Moore in drei Hauptgruppen (Abb. 1) untergliedert:

- Typ I: Versumpfungsmoore auf Talsohlen, Flußauen, Niederterrassen etc.
- Typ II: Verlandungsmoore mit limnischen Sedimenten an der Basis
- Typ III: Soligene Hangmoore

Diese Haupttypen wurden nach den geologischen Verhältnissen noch weiter unterteilt. Häufig ist eine Mischstruktur aus mehreren Typen zu beobachten. Entscheidend für die Einstufung war dann der flächenmäßig überwiegende Teil.

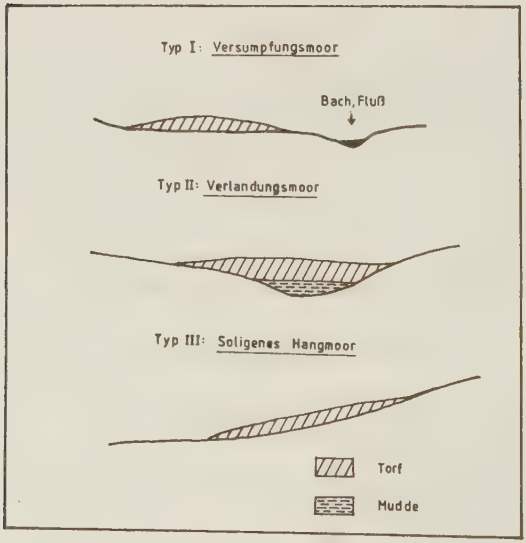

Abb. 1: Schematische Darstellung der Moorhaupttypen

In fast sämtlichen Mooren durchströmen mineralstoffreichere Wässer den Moorkörper. So ist es nicht verwunderlich, daß nur in wenigen Fällen reine Hochmoortorfe gebildet wurden. Nur gelegentlich wurden rein ombrotrophe Bedingungen erreicht mit den darauf spezialisierten Pflanzengesellschaften.

Die meisten Moore sind durch Torfstich bis zur Mitte dieses Jahrhunderts stark beansprucht worden. Hinzu kamen noch Entwässerungs- und Meliorationsmaßnahmen zur Gewinnung von landwirtschaftlich nutzbaren Flächen. So bestehen nur noch bei zwei Mooren größere, zusammenhängende Flächen (Torflohe, Häuselloh), die allerdings auch schon Austrocknungsanzeichen in den obersten Schichten tragen. Vergleicht man die heutige Landschaft mit der Aufnahme von GÜMBEL (1877), bei der er auch den Mooren breiten Raum widmete, zeigt sich, daß ein Großteil der Torfgebiete völlig verschwunden ist. Für das Untersuchungsgebiet gab SCHINDLER 1948 immerhin noch 2.000 ha Moorland an. Diese Zahl dürfte sich aber bis heute weiter verkleinert haben und verkleinert sich ständig weiter. Soweit sich der Boden für die Landwirtschaft nicht eignet, wird dann versucht, Fischteiche in die Feuchtgebiete zu legen. Die Torfauflage wird dabei häufig bis auf den mineralischen Untergrund zur Seite geschoben.

Um wenigstens einen Rest der ursprünglichen Moorgebiete zu erhalten, wurden schon vor mehr als 4o Jahren die Torflohe und die Häuselloh unter Naturschutz gestellt. Heute werden auch zum Teil sehr kleinräumige Moore als schutzwürdig angesehen (z.B. Moor am Selber Vorwerk, Moor bei Oberlind), und man betreibt die Erhaltung dieser Feuchtbiotope intensiver.

1.2. Lage der untersuchten Moore

Die Lage der einzelnen Moore zeigen die Abb. 2 - 5 sowie die Tab. 1 - 3. Berücksichtigt wurden dabei auch die Grenzen der zuständigen Landkreise, da für Fragen des Naturschutzes und der Torfgewinnung in der Regel die Mitarbeit der unteren Naturschutzbehörde vorgeschrieben

ist. Diese untere Naturschutzbehörde ist im allgemeinen die Kreisverwaltung

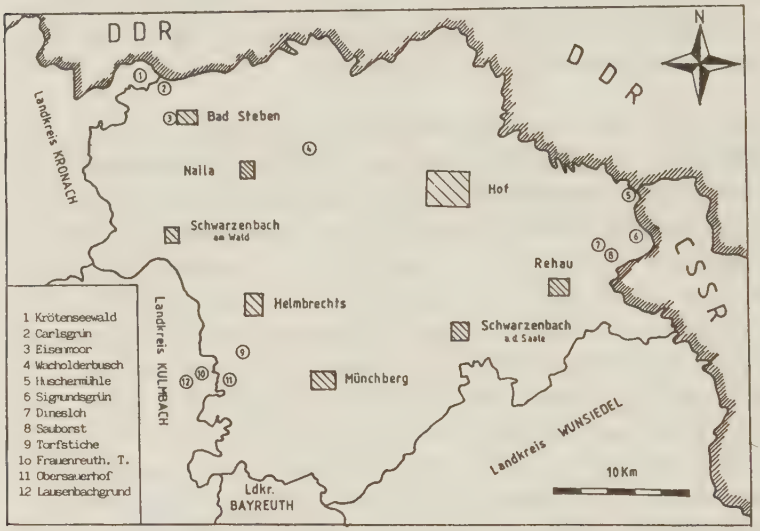

Abb. 2: Lage der untersuchten Moore in den Landkreisen Kronach, Hof und Kulmbach.

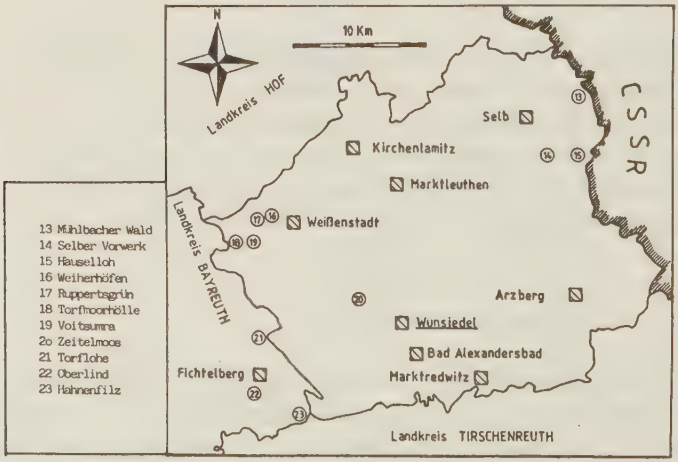

Abb. 3: Lage der untersuchten Moore in den Landkreisen Bayreuth und Wunsiedel.

	TK 25	Koordinaten	Höhe üb.NN	Fläche	Moortyp
Landkreis KRONACH					
Krötenseewald	5635 Nordhalben	re - 447134o h - 558399o	613 m	4 ha	III
Landkreis HOF					
Carlsgrün	5635 Nordhalben	re - 447285o h - 558295o	595 m	1 ha	III
Eisenmoor	5635 Nordhalben	re - 44734oo h - 558o95o	577 m	8 ha	I, III
Wacholderbusch	5636 Naila	re - 44771oo h - 557826o	598 m	3 ha	III
Huschermühle	5638 Boben-neukirchen	re - 45o875o h - 557469o	548	2 ha	I
Siegmundsgrün	5738/39 Rehau	re - 45o861o h - 557253o	577 m	1 ha	III
Dinesloh	5738/39 Rehau	re - 45o585o h - 5571o8o	591 m	6 ha	III
Sauborst	5738/39 Rehau	re - 45o71oo h - 557o93o	583 m	4 ha	III
Torfstiche	5736 Helmbrechts	re - 447757o h - 556325o	595 m	3 ha	I
Obersauerhof	5836 Münchberg	re - 447743o h - 556149o	596 m	2 ha	I, III
Landkreis KULMBACH					
Frauenreuther Teich	5835 Stadt-steinach	re - 447566o h - 556168o	572 m	1 ha	III
Lausenbachgrund	5835 Stadt-steinach	re - 447444o h - 556114o	578 m	1 ha	III

Tab. 1: Lage der untersuchten Moore in den Landkreisen Kronach, Hof und Kulmbach.

	TK 25	Koordinaten	Höhe üb. NN	Fläche	Moortyp
Landkreis WUNSIEDEL					
Mühlbacher Waldung	5839 Schönberg	re – 451375o h – 556121o	645 m	12 ha	III
Selber Vorwerk	5838 Selb	re – 451o49o h – 5557o8o	556 m	22 ha	I, III
Häuselloh	5839 Schönberg	re – 45132oo h – 5557o8o	575 m	66 ha	III
Weiherhöfen	5837 Weißenstadt	re – 449o42o h – 555237o	631 m	15 ha	III
Ruppertsgrün	5837 Weißenstadt	re – 44894oo h – 555213o	645 m	7 ha	III
Torfmoorhölle	5836 Bad Berneck	re – 44873oo h – 555o6oo	657 m	32 ha	I, III
Voitsumra	5937 Fichtelberg	re – 44886oo h – 555o52o	633 m	6 ha	I
Zeitelmoos	5937 Fichtelberg	re – 449747o h – 554639o	627 m	4o ha	I, III
Landkreis BAYREUTH					
Torflohe	5937 Fichtelberg	re – 448975o h – 554325o	772 m	32 ha	III
Oberlind	6o37 Ebnath	re – 448925o h – 553946o	623 m	4 ha	II
Hahnenfilz	6o37 Ebnath	re – 449275o h – 55378oo	616 m	2o ha	I, III

Tab. 2: Lage der untersuchten Moore in den Landkreisen Wunsiedel und Bayreuth.

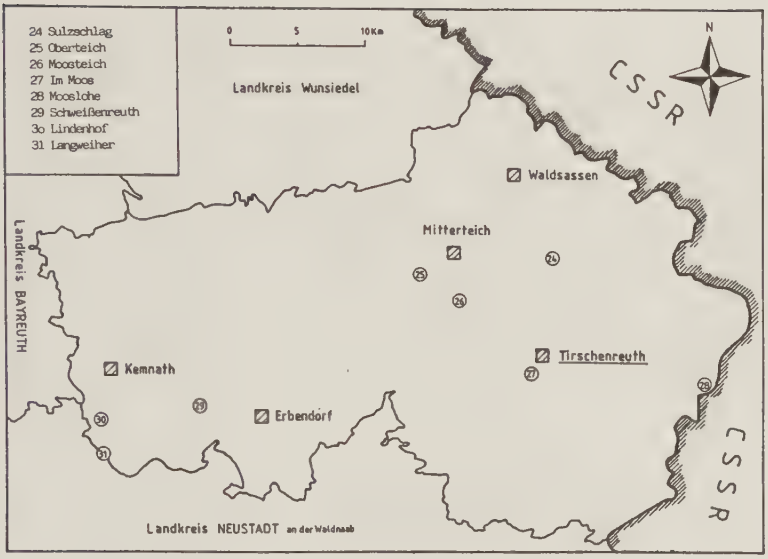

Abb. 4: Lage der untersuchten Moore im Landkreis Tirschenreuth.

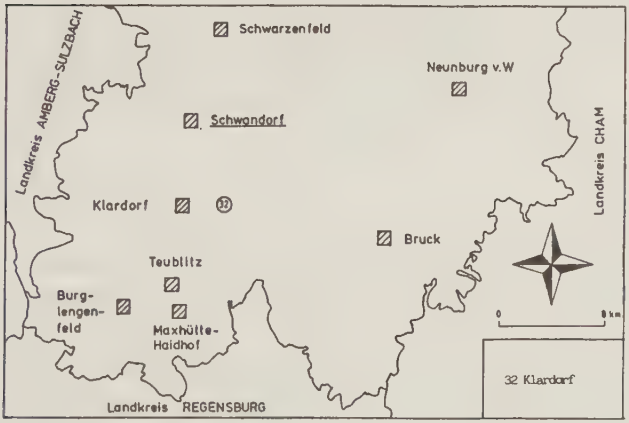

Abb. 5: Lage des Moors von Klardorf im Landkreis Schwandorf.

	TK 25	Koordinaten	Höhe üb. NN	Fläche	Moortyp
Landkreis TIRSCHENREUTH					
Sulzschlag	6o4o Neualbenreuth	re - 452463o h - 553452o	571 m	19 ha	III
Oberteich	6o39 Mitterteich	re - 451528o h - 553342o	517 m	26 ha	I
Moosteich	6o39 Mitterteich	re - 451773o h - 553147o	487 m	1o ha	I
Im Moos	6139 Falkenberg	re - 452357o h - 552595o	492 m	26 ha	III
Mooslohe	6141 Treppenstein	re - 453637o h - 55249oo	715 m	2o ha	III
Lindenhof	6137 Kemnath	re - 448927o h - 552263o	453 m	14 ha	II
Langweiher	6137 Kemnath	re - 449147o h - 551999o	436 m	15 ha	I
Schweißenreuth	6137 Kemnath	re - 449853o h - 552342o	515 m	4 ha	III
Landkreis SCHWANDORF					
Klardorf	6738 Burglengenfeld	re - 451o525 h - 5459925	357 m	19 ha*	II

* Fläche innerhalb des Abbaugebiets der Tongrube Klardorf

Tab. 3: Lage der untersuchten Moore in den Landkreisen Tirschenreuth und Schwandorf.

1.3. Klimatische Verhältnisse

Im nordostbayerischen Grenzgebiet zeigt sich bei den Niederschlägen eine deutliche Abstufung von Westen nach Osten. Im westlichen Vorland des Fichtelgebirges und des Frankenwaldes liegen die mittleren jährlichen Niederschlagsmengen bei 65o - 8oo mm. In den Hochlagen der Mittelgebirge erreichen sie Werte bis zu 1.2oo mm im Jahr (Abb. 6). Nach Osten hin, im Gebiet von Hof und auf der Selb - Wunsiedler - Hochfläche,nehmen die Niederschlagsmengen dann wieder bis auf Werte um 65o mm ab. Auch im Raum von Klardorf werden durchschnittlich 6oo - 65o mm Niederschlag im Jahr gemessen (BAYERISCHE LANDESSTELLE FÜR GEWÄSSERKUNDE 1971).

Die Niederschlagsmengen sind im Sommer höher als im Winterhalbjahr, speziell im Osten erreichen sie bis zu 15o % der Winterwerte. In den westlichen Hochlagen ist der Unterschied nicht so deutlich ausgeprägt. Etwa 11o - 12o % der Niederschlagsmengen des Winters fallen hier im Sommer (KELLER 1978).

Die mittlere Jahrestemperatur beträgt in den Hochlagen der Mittelgebirge 5° C, im Flachland und im Osten der Fichtelgebirgshochfläche 6 - 7° C. Im Januar liegt die mittlere Temperatur im gesamten nordostbayerischen Raum unter -3° C. Im Juli werden als mittlere Temperatur Werte knapp unter 15° C im Grenzgebiet zur CSSR und in den Hochlagen erreicht, in den flacheren Regionen und im Westen etwa 15 - 17° C (KELLER 1978).

1.4. Geologischer Überblick

Der Nordostteil Bayerns wird von Mittelgebirgen eingenommen, die zum Grundgebirgsgebiet der Böhmischen Masse gehören. Die Landschaften des Bayerischen Waldes, des Oberpfälzer Waldes, des Fichtelgebirges und des Frankenwaldes sind Bestandteile dieses Komplexes. Die konsolidierende Gebirgsbildung erfolgte durch die variszische Orogenese. Die Zonengliederung des variszischen Gebirges erstellte KOSMAT (1927). Entsprechend dieser Gliederung wird der Nordost- und Ostteil des

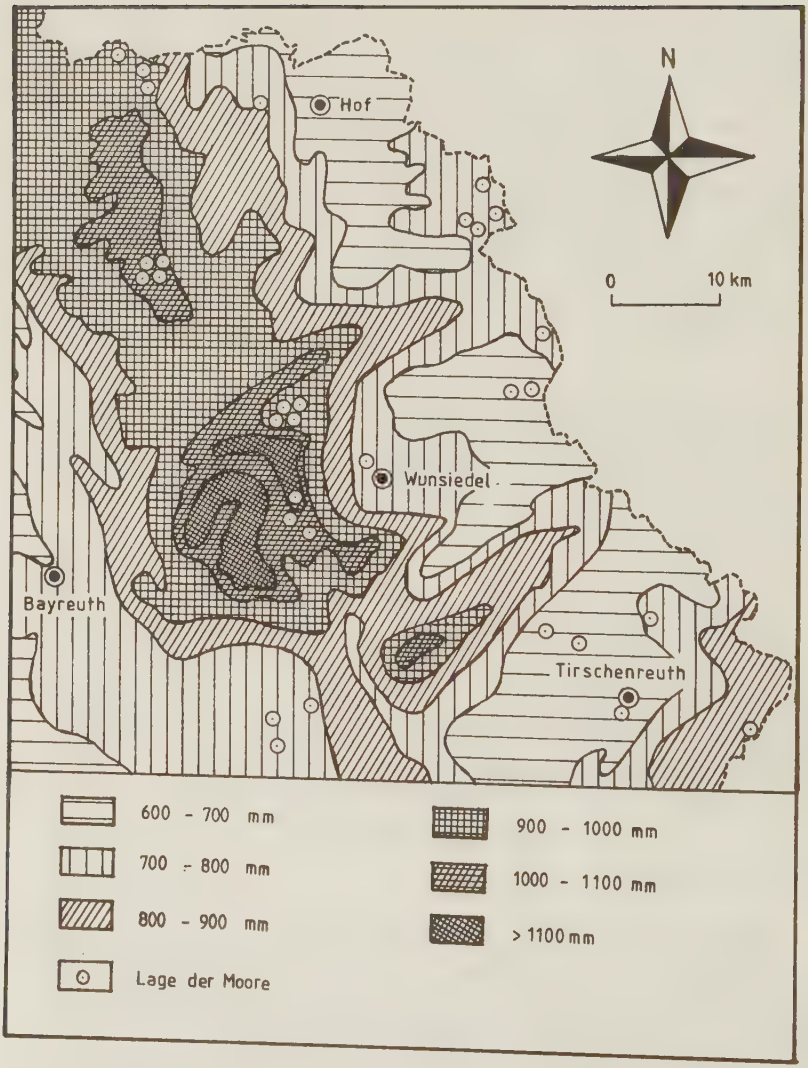

Abb. 6: Verteilung der mittleren jährlichen Niederschlagsmenge in Nordostbayern nach BAYERISCHE LANDESSTELLE FÜR GEWÄSSERKUNDE (1971) und Lage der untersuchten Moore.

bayerischen Grundgebirges von zwei Zonen erfaßt. Der Nord- und Nordwestteil gehört zur Saxothuringischen Zone, der Südostteil zur Moldanubischen Zone.

Das Kerngebiet der Untersuchungen, das Fichtelgebirge und der Frankenwald, sind Bestandteil der Saxothuringischen Zone. Diese Zone wird im Südwesten von großen Störungen gegen das mesozoische Schichtstufenland abgegrenzt (Fränkische Linie bzw. Fichtelgebirgsrandbruch). Typisch für das Saxothuringikum in Nordostbayern ist eine paläozoische Schichtenfolge (Kambrium bis Unterkarbon) auf assyntisch gefaltetem Präkambrium.

Der Frankenwald gehört zur Thüringisch-Sächsischen-Muldenzone (BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT 1981). Hier herrschen oberdevonische und unterkarbonische Sedimente vor. Überwiegend handelt es sich dabei um Tonschiefer, Kieselschiefer, Phyllite, Quarzite und Knollenkalke. Im Oberdevon entwickelte sich ein mächtiger Diabas-Vulkanismus. Im südlichen Teil des Frankenwalds schaltet sich ein hoch metamorpher Komplex in die paläozoischen Sedimente und Vulkanite ein. Dieses Gebiet der Münchberger Gneismasse beinhaltet unter anderem Gneise, Amphibolite und Eklogite. Die tektonische Stellung ist noch nicht endgültig geklärt. In neuerer Zeit erhält die Deckentheorie wieder stärkeren Auftrieb (FRANKE 1984).

Südlich davon schließt sich die Fichtelgebirgs-Erzgebirgs-Antiklinale an, wobei unter Fichtelgebirge im geologischen Sinn auch der Steinwald und das Waldsassener Schiefergebirge verstanden werden. Das Präkambrium des Fichtelgebirges umfaßt eine auffallend bunte Gesteinsgesellschaft. In phyllitische Glimmerschiefer sind Amphibolite, Chloritschiefer, Marmore, Kalksilikatfelse, graphitführende Schiefer, Quarzite und Metakieselschiefer eingelagert. Diese Gesteine wurden daher von STETTNER (1975) zur Bunten Gruppe zusammengefaßt. Eine klastisch betonte Serie mit Quarziten, quarzitisch gebänderten Glimmerschiefern und Chlorit-Albit-Phylliten wird ins Kambrium gestellt (Warmensteinacher Serie nach STETTNER 1972). In den darüber folgenden altpaläozoischen

Schichten vollzieht sich von unten nach oben das Abklingen der Regionalmetamorphose von phyllitischen Glimmerschiefern über Phyllite zu anchimetamorphen Tonschiefern. So ist das höhere Ordovizium in Gestalt von blaugrauen, schwach phyllitischen Tonschiefern ausgebildet. Silurische, devonische und unterkarbonische Ablagerungen stehen nur in einer Randscholle westlich der Fichtelnaab an (STETTNER 1975). An der Basis des Altpaläozoikums treten im Fichtelgebirge auch granitoide Gneise ("Orthogneis") auf.

Große räumliche Verbreitung haben im Fichtelgebirge variszische Granite (Abb. 7). Die Abfolge ist in zwei altersverschiedene Gruppen gegliedert. Die ältere folgt der Sudetischen Phase (33o - 3oo Millionen Jahre). An redwitzitische Vorläufer schließen gröbere, porphyrische Granite an (Weißenstädter-Marktleuthener-Granit). Die jüngere, spätvariskische Granitgruppe ist mit der Asturischen Phase korrelierbar (29o - 28o Millionen Jahre). Diese Abfolge beginnt mit feinkörnigen Graniten und Granitporphyren (Randgranite des Fichtelgebirges), gefolgt von mittel- bis grobkörnigen, schwach porphyrischen Graniten (Kerngranite) und schließt mit den mittelkörnigen Zinngraniten.

Südlich des Fichtelgebirges trennt die Erbendorfer Linie (Erbendorf - Tirschenreuth - Mähring) das Saxothuringikum von der moldanubischen Region. Im bayerischen Anteil des Moldanubikums dominieren präkambrische Stoffbestände, die eine intensive Metamorphose erfahren haben (Gneise, Glimmerschiefer). In diese hochmetamorphen Gesteine sind in variszischer Zeit große Granitkörper intrudiert (z.B. Leuchtenberger Granit, Falkenberger Granit). Da südlich der Erbendorfer Linie nur ein Moor untersucht wurde, wird hier auf eine detailliertere Darstellung des Moldanubikums verzichtet.

Westlich der Fränkischen Linie bzw. des Fichtelgebirgsrandbruchs liegen auf dem Grundgebirge fast ausschließlich mesozoische Sedimente, die nur noch von germanotyper Bruchtektonik betroffen wurden. In den triadischen Schichten überwiegen dabei klastische Gesteine (vor allem Sandsteine) in den jurassischen Tone und Kalke.

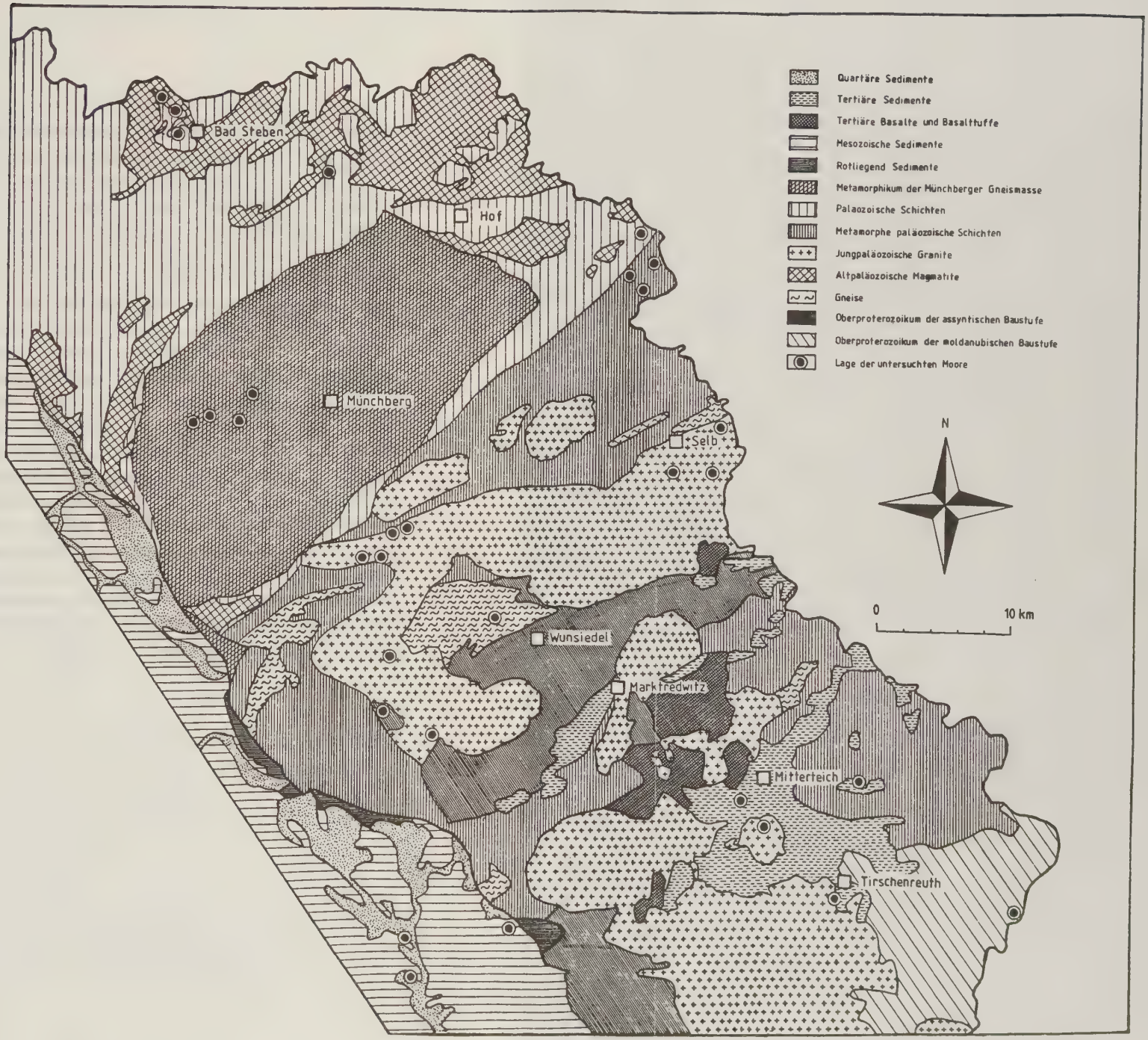

Abb. 7: Geologische Übersichtskarte des nordostbayerischen Raumes, vereinfacht nach BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (1982).

Unter feuchtwarmen Klimabedingungen erfolgte im Tertiär eine tiefreichende Verwitterung. Es kam zu ausgeprägter Flächenbildung und zu starken Denudationsvorgängen. In dem Senkungsgebiet zwischen Oberpfälzer Wald und Fichtelgebirge haben sich tertiäre Ablagerungen in größerer Menge erhalten. Dieses Senkungsgebiet bildet die Fortsetzung des Egergrabens. Es ist in mehrere Einzelbecken aufgegliedert, von denen das Mitterteicher Becken das ausgedehnteste ist (Abb. 7). Die Füllung der tertiären Becken besteht aus wechsellagernden Schottern, Sanden und Tonen, vereinzelt mit Braunkohleflözen.

Im Quartär beschleunigten tiefgreifende Klimaänderungen die morphogenetischen Vorgänge. Nordostbayern lag während des Pleistozäns im periglazialen Bereich. So kam es hier zu Verwitterungsprozessen durch Spaltenfrost mit Auflockerung der oberflächennahen Gesteinsdecke, zur Bildung von Blockschutt, zu Solifluktion mit Fließerden, zu Kryoturbationen, zur Bildung von Eiskeilen und Lößsedimentation. Diese pleistozänen Vorgänge schufen in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle das Substrat für die am Ende des Pleistozäns einsetzende Moorbildung. Durch die Anreicherung toniger und schluffiger Komponenten in morphologischen Mulden wurde für die Feuchtigkeit liebenden Pflanzen ein wasserstauender Untergrund bereitgestellt, auf dem das Wachstum der Moorvegetation mit der Erwärmung am Ende des letzten Glazials und zu Beginn des Holozäns einsetzte.

1.5. Erforschungsgeschichte

Von den Mooren Nordostbayerns fand vor allem die Torflohe und das benachbarte Flurstück Seelohe, in der Einsattelung zwischen Ochsenkopf und Schneeberg gelegen, vielfaches Interesse. Als einer der ersten befaßte sich KEMNATH (1476) damit. Dieses Moor auf der Wasserscheide von Main und Naab sollte den "weltberufenen Fichtelberger See" beinhalten.

"... am höchsten uff dem einen bergk, do ist ein großer sehe, aus dem sehe fließen vier schiffreiche wasser, kreutzweis in die welt ...
... ehe dann du zu dem sehe komest, so woget der bergk ein viertel theil einer meile oder mehr, als wolltest du versinken, und mit forcht geht man zu dem sehe ..." (KEMNATH 1476).

BRUSCHIUS (1542) spricht von einem fischreichen und unglaublich tiefem See, " zu dem man auch sonderlich aber im Sommer von Sumpffs wegen nicht kommen kann". Eine Reihe weiterer Beobachter erwähnen ebenfalls einen See (WILL 1692, PACHELBEL 1716), wobei sie aber keine größere, offene Wasserfläche vorfanden.

"Was ist es denn nun vor ein See ? Ein See und doch kein See. Ein See dem Namen nach, kein See in der Sache selbstens sondern ein Sumpf mit einem zähen aus gelblichtem Moos zusammengefilztem Wasen überzogen ...
... man sieht kein Wasser und schöpft doch die Schuhe voll. man sieht keinen Abfluß und hört doch das Wasser über die Steine mit sanftem Geräusch dahinfließen ..." (WILL 1692).

Bei MARTIUS (1795) und später bei SCHERBER (1811) wird noch von der Stelle des ehemaligen Sees gesprochen. 1788 besuchte GOETHE die Seelohe und beschäftigte sich vor allem mit dem massenhaft vorkommenden Sonnentau (Drosera rotundifolia). Er traf die Seelohe noch als weite, offene Fläche an, auf der nur vereinzelt kleinere Gruppen von Kiefern standen (nach REISSINGER 1933, KRONBERGER 194o).

Mit dem Übergang des Markgrafentums Ansbach-Bayreuth an Preußen im Jahr 1791 wurden die Moore als Quellen für Brennmaterial interessant. Demzufolge wurden erste Untersuchungen zur Nutzbarmachung von Seiten des preußischen Staates durchgeführt. Der preußische Oberbergmeister

A. von HUMBOLDT plante schon 1792 den Einsatz von Torf als Surrogat für das sehr knapp gewordene Brennholz.

"Um so wichtiger ist es, auf ein anderes Brennmaterial zu denken, das diese Lücke von 2o - 3o Jahren mit ausfüllen und die Übel steigender Holzpreise einigermaßen verringern kann. Auch haben die bayreuthischen Torfmoore neuerdings ein solches Interesse auf sich gezogen, daß der um das Forstwesen so überaus verdiente Herr Hofkammerrat FREUDEL eine eigene Untersuchung darüber angestellt hat. " (HUMBOLDT 1792).

Nach der Aufnahme des Torfstichs im Weißenstädter Revier 1794 durch den preußischen Staat beschäftigten sich naturwissenschaftlich interessierte Leute aus der näheren Umgebung mit der Entstehung, der stofflichen Zusammensetzung, dem Abbau und der Verwertung von Torf. Für diese frühe Phase des Torfabbaus bilden die beiden Bücher des Forstmeisters MOSER die umfaßenste Quelle über Stand und Technik des Abbaus, der Trocknung, der Verwendung und auch der wirtschaftlichen Aspekte (MOSER 1825, 184o). Mit dem gleichen Themenkreis beschäftigten sich auch die Arbeiten von DÖHLA (1837) und REINSCH (1839). Torfmoore in Zusammenhang mit den geologischen Gegebenheiten bearbeitete der Apotheker und Heimatforscher F. SCHMIDT aus Wunsiedel (F. SCHMIDT 185o). Eine erneute Zusammenfassung über die "Torfmoore des Fichtelgebirges, ihre Eigenschaften, ihr Betrieb, ihre Cultur für Männer des Faches, wie für Laien" stellte er 1862 auf (F. SCHMIDT 1862).

An der Wende des 19./2o. Jahrhunderts beschäftigte sich A. SCHMIDT mit der Problematik des "verschwundenen Fichtelsees" (A. SCHMIDT 1895, 19o7). Von ihm stammt auch die dritte, größere Zusammenfassung über den aktuellen Stand der Erforschung und des Torfabbaus im Fichtelgebirge (A. SCHMIDT 191o) nach den Arbeiten von MOSER und F. SCHMIDT. Seine Zahlen über Fläche und Mächtigkeit finden sich noch in Arbeiten 5o Jahre nach deren erster Veröffentlichung (VOLLRATH 1957). Zwischen den beiden Weltkriegen befassten sich vermehrt naturwissenschaftlich interessierte Laien mit Problemen der Moore, meist aber nur unter heimatkundlichem Blickwinkel (RINKE 1926, REISSINGER, R. 1927, REISSINGER, A. 1933, GRAF 1935, MEYER 1936, KRONBERGER 194o).

Seit Beginn des 2o. Jahrhunderts erfolgte die intensivere, botanische Bestandsaufnahme der Moore Nordostbayerns. Wichtige Arbeiten auf diesem Gebiet stammen von PAUL (191o, 1912, 1913), SCHWAB (19o8), LUTZ (1936) und HÜBNER (1939). Die rezente Pflanzenbesiedlung der Moore ist auch Schwerpunkt der Arbeiten von SCHUBERTH (1935), HARTUNG (1936), KRONBERGER (1954, 1961), LUTZ (1956), VOLLRATH (1957) und HOHENESTER (1968). In einen größeren Rahmen stellte KAULE (1974) seine Beurteilung der Moore Süddeutschlands und der Vogesen. Unter der Leitung des Bayerischen Landesamts für Umweltschutz wurden 1976 die Blätter im Maßstab 1 : 5o.ooo Münchberg, Selb, Kemnath und Erbendorf mit ihren Biotopen auskartiert (HABER 1983). Dabei wurden neben der Erfassung der Pflanzenassoziationen auch Vorschläge über Erhalt und Schutz der Moore gemacht. Die Ergebnisse dieser Biotopkartierungen wurden 1979 veröffentlicht (KAULE et al. 1979).

Untersuchungen zur Floren- und Vegetationsgeschichte der nordostbayerischen Moore wurden am Anfang geprägt durch FIRBAS (1937, 1949 und 1952). Aufbauend auf diese Ergebnisse erfolgten Versuche von dendrochronologischen Bestimmungen (WITTKE 1954). Eine Konkretisierung der Ergebnisse erfolgte durch die Arbeiten von FIRBAS & ROCHOW (1956) und BEUG (1957). Diese Arbeiten berücksichtigen zum Großteil nur Pollendiagramme aus dem zentralen Fichtelgebirge und hier fast ausschließlich aus der Torflohe. Erste radiometrische Untersuchungen wurden von FIRBAS, MÜNNICH & WITTKE (1958) durchgeführt. Den Versuch eines Überblicks über die Waldgeschichte Süddeutschlands unter anderem mit Pollendiagrammen aus dem oberfränkisch-oberpfälzischen Raum machte LANGNER (1962). In jüngster Zeit sind unter der Leitung von BEUG neue Untersuchungen von Pollendiagrammen seitens der Universität Göttingen durchgeführt worden, deren Ergebnisse in Dissertationen über vegetationsgeschichtliche Themen 1985/86 veröffentlicht werden sollen (frdl. Mitteilung von Herrn BEUG).

Die Erfassung von Mooren auf geologischen Karten wurde von GÜMBEL (1863, 1877) eingeleitet. Dieses Kartenwerk zeigt noch die Verbreitung vor Einsetzen der größeren Kultivierungsmaßnahmen. Die neuere geo-

logische Aufnahme wurde von WURM (1932) initiiert, der auf dem Blatt Wunsiedel (1 : 25.000) auch Moore und Anmoore auskartierte. Bei der flächendeckenden geologischen Landesaufnahme im Maßstab 1 : 25.000 durch Mitarbeiter des Bayerischen Geologischen Landesamts wurden dann gleichfalls die Moorvorkommen auf den einzelnen Meßtischblättern ausgehalten und kurz beschrieben (STETTNER 1958, 1964, EMMERT 1958, SCHRÖDER & SIEGLING 1966, STETTNER & EMMERT 1968 u.a.). In jüngster Zeit ist auch die Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau bei der geologischen Aufnahme der Moore mit herangezogen worden (SCHUCH & LAFORCE 1982, 1985).

1.6. Geschichte des Torfabbaus

Der Schwerpunkt der Torfgewinnung in Nordostbayern war im Fichtelgebirge. Hier lagen und liegen die größten Torfvorkommen (Torflohe, Häuselloh, Zeitelmoos, Torfmoorhölle). Die erste, größere Kulturmaßnahme war etwa im Jahr 1650 das Erstellen eines Stichgrabens in die Seelohe (SEIDEL 1936). Dieser Graben diente zur Wasserversorgung der Hütten in Fichtelberg (damals noch Gottesgab). Zum gleichen Zweck wurde in der Zeit um 1790 der heutige Fichtelsee aufgestaut (KRONBERGER 1940). Bis in die letzten Jahrzehnte des 18. Jahrhunderts glaubte man nicht, die Holzvorräte im Fichtelgebirge verbrauchen zu können und dachte deshalb auch nie an die Torfbenutzung. Torflagerstätten wurden bis dahin nicht zielstrebig aufgesucht und waren zum Großteil somit noch unbekannt (WISMÜLLER 1934). Ende des 18. Jahrhunderts waren die Holzvorräte bis auf etwa ein Zehntel der heutigen Mengen zusammengeschmolzen. Die unzureichende Brennstoffversorgung wurde zu einem ernsten Problem (SCHUCH & LAFORCE 1985).

Nachdem 1791 das Markgrafentum Ansbach-Bayreuth an Preußen gefallen war, wurde 1794 der organisierte Torfabbau im Weißenstädter Revier zur Milderung der Brennstoffknappheit aufgenommen.

Ein Mann namens BIRZEL, der durch seine Reisen in "Deutschland, Holland, Sachsen, Preußen und Polen" mit der Torfstecherei ver-

traut war, wurde angewiesen,sich mit der Torfverwertung bei der Generaltorfadministration in Berlin auf Staatskosten vertraut zu machen. Er führte in Franken die ostfriesisch-holländischen Werkzeuge zur Torfgewinnung ein (WISMÜLLER 19o9). Zusätzlich wurden mehrere Arbeiter in den großen norddeutschen Torfstechereien mit den Handgriffen für die Torfgewinnung vertraut gemacht (WISMÜLLER 1934).

18o4 ist der Torfabbau in der Torfmoorhölle soweit gediehen, daß für den Torfmeister ein eigenes Wohnhaus und ein Torfschuppen gebaut wird. Der Absatz von Torf stößt bei der einheimischen Bevölkerung jedoch auf Widerstand. So pflegten die Bauern den ihnen zugeteilten Torf hinter ihre Häuser zu kippen. Nur zur Branntweinerzeugung hatte man die Torffeuerung als nützlich anerkannt. Um die Torfverwendung zu steigern, erließ die preußische Kriegs- und Domainenkammer 18o5 eine Verordnung, nach der bei Abgabe von Brennholz ein Drittel der Menge in Form von Torf bezogen werden muß (SCHMIDT, F. 1862).

18o7 wird die Markgrafschaft bayerisch, und damit kommen auch die Torfbetriebe unter bayerische Verwaltung. In den ersten Jahren erwirtschaften sie nur Verluste. Zur besseren Koordinierung und Steigerung des Ertrags wurden die Torfstiche im Fichtelgebirge ab 1817 dem Forstamt Wunsiedel unterstellt. Die neue Verwaltung setzte zunächst die bisherigen Preise herab und hob alle Zwangsmittel auf. Zur Förderung des Torfabsatzes wurden in Weißenstadt staatliche Musterbetriebe mit Torfbrand eingerichtet (KITZINGER 19o3).

Der Torfabbau erfolgte im Handstich auf folgende Weise. Im Frühjahr wurde durch Anlegen von Entwässerungsgräben das Moor trocken gelegt. Anschließend wurden die obersten Partien abgeräumt. Ein oben auf der abgeräumten Stelle stehender Arbeiter stach mit einem Stecheisen die Form der Torfsoden ab. Im bereits abgeräumten Teil des Moores hob ein zweiter Arbeiter mit dem Auflegeisen die Torfsoden heraus und übergab sie einer dritten Person (meist Frauen), die sie zur Trocknung aufschichteten. Die beim Stechen oder bei der Entfernung von Wurzelstöcken abfallenden Torfteile wurden mit Wasser vermengt und von Hand in Formen (Fächerrahmen, Model) zum sogenannten Modeltorf gefüllt. Für diese Arbeit wurden vorzugsweise Frauen und Mädchen eingesetzt (Modelweiber) (F. SCHMIDT 1862).

183o bestanden florierende Staatsbetriebe im Zeitelmoos (Königsstich), in der Torfmoorhölle, in der Häuselloh und in der Seelohe. Gleichzeitig

wurde die Torfanwendung immer gebräuchlicher, so daß neben den Staatsbetrieben viele kleinere Torfstiche von Privatpersonen angelegt wurden. 184o bis 1849 erfolgte der Torfabbau in der Seelohe durch das Hüttenamt Fichtelberg. Zur gleichen Zeit wurden im Zeitelmoos und in der Torfmoorhölle Trockenhäuser und Dörrstuben gebaut.

Entscheidend beflügelt wurde der Torfabbau im Fichtelgebirge durch den Wunsiedler Forstmeister MOSER, der schon 1818 erste Torfverkohlungsversuche anstellte. 1822 wurde in der Torfmoorhölle mit dem Bau eines Torfverkohlungsgebäudes begonnen, in dem 1823 die Torfverkohlung aufgenommen wurde. Diese Torfkohlen wurden speziell von Hufschmieden gerne benutzt. Die Produktion erlag jedoch Mitte des 19. Jahrhunderts vollständig. 1824 wurde neben dem Torfverkohlungsgebäude ein Ziegelofen zum Brennen von Tonziegeln gebaut. Die Befeuerung erfolgte mit Torf und Torfkohlen. Zur gleichen Zeit stellte MOSER auch Versuche mit Torfmeilern sowie Überlegungen zur Torftrocknung mit Hilfe einer Torfdarre an (MOSER 1825).

In den fünfziger Jahren des letzten Jahrhunderts wurde dann der Höhepunkt des Torfabbaus erreicht. In der Torfmoorhölle wurde eine Dampfmaschine aufgestellt, um den Abbau zu mechanisieren (MEIER 1974). Auch in der Häuselloh erfolgte ein Teil des Abbaus maschinell (SCHMIDT, F. 1862).

Der Torf wurde nicht wie beim üblichen Verfahren gestochen sondern von 15 bis 2o Leuten abgegraben. Der abgegrabene Torf wurde mit Loren auf Gleisen zur Torfmaschine gebracht. In einem Zylinder rotierte eine mit Messern versehene Welle. Die zum Betrieb notwendige Kraft lieferte eine Dampfmaschine mit 2 PS, die aus Torfabfällen befeuert wurde. Zwei Arbeiter gaben oben den Torf auf, der in eine zähteigige Masse verwandelt wurde. Diese Masse wurde dann von der Maschine in Modeltorfformen gegeben und anschließend getrocknet.

Nach der Statistik der FORSTVERWALTUNG BAYERNS (1861) sind im Zeitraum 1854 - 1859 in Oberfranken 31 ärarialische Torflager auf einer Fläche von insgesamt 257 ha im Stich. Die jährliche Förderung betrug in diesen Staatsbetrieben 8.1oo Klafter*. Daneben führt diese Statistik

* Das preußische Klafter, nach dem der Torf verkauft wurde, war ein dachförmiges Lattengestell von 126 Kubikfuß (≙ 1o,7 m^3) Rauminhalt.

noch zahlreiche "Communal- und Privat-Torflager" auf (588 ha, 21.3oo Klafter Torf). In dieser Blütezeit der Torfgewinnung erfolgte auch die Lieferung des Torfes aus der Seelohe an die Eisenhütte Fichtelberg (bis 1865). 1867 ging die Nutzung der Seelohe an die Glashütte Fichtelberg über. Neben dem Einsatz als Brennmaterial für Hochöfen, Glashütten, Kalkbrennereien und Porzellanfabriken wurden größere Mengen als Streumaterial und zur Bodenverbesserung eingesetzt.

Mit dem steigenden Angebot an anderen Brennmaterialien (vor allem Steinkohle) und den günstigeren Transportmöglichkeiten durch das sich ausbreitende Eisenbahnnetz begann der Torf seine Rolle als Energieträger zu verlieren. 1875 wurde der maschinelle Abbau in der Torfmoorhölle eingestellt (MEIER 1974). In den Jahren 188o bis 189o wurde Torf in größeren Mengen nur noch in der Seelohe für die Glashütte in Fichtelberg abgebaut. 1887 begann in der Häuselloh eine Bayreuther Firma mit der Produktion von Streutorf (Torfwerk Häuselloh), dessen Vertrieb zumindest bis 191o noch rentabel war. Durchschnittlich 2o Arbeiter waren hier beschäftigt. Zum Einsatz kam hier eine Lokomobile von 8 PS (KITZINGER 19o3). Insgesamt waren in ganz Oberfranken im Jahr 1893 nur noch 4o ha im Stich (KITZINGER 19o3).

In den Kriegsjahren 1914 bis 1918 erfolgte eine Rückbesinnung auf den Energieträger Torf. In lokalem Umfang wurde überwiegend von Privatpersonen Torf für den Hausbrand gestochen. Dieser sehr kleinräumige Abbau setzte sich mit unterschiedlichen Mengen in den Jahren bis zum Ende des 2. Weltkriegs fort.

Kurz nach dem 2. Weltkrieg wurden nochmals verstärkte Anstrengungen unternommen, den Rohstoff Torf einer breiteren Verwendung zuzuführen. 1947 versuchten 217 Genossen mit der Gründung einer Torfverwertungsgesellschaft, den Torfabbau in der Häuselloh wieder aufzunehmen (MEIER 1974). Bedingt durch die Brennstoffknappheit wurde etwa zur gleichen Zeit in der inzwischen zum Naturschutzgebiet erklärten Seelohe ein 163 m langer und 2o m breiter Streifen zum Abbau freigegeben. Auch in

der Torfmoorhölle erfolgte in den Jahren 1946 und 1947 Torfgewinnung im Handbetrieb. 1951 wurde die Torfgenossenschaft in der Häuselloh wieder liquidiert. Auf Initiative eines Einzelunternehmers wurde der Abbau hier aber in beschränktem Umfang noch bis 1958 fortgesetzt.

Die letzten,größeren Abbaumaßnahmen in der Häuselloh erfolgten 1972 bis 198o durch die Bad Alexandersbader Bäderhaus GmbH. Die Förderung lag in der Größenordnung von 1.ooo m^3 pro Jahr. Alleiniger Verwendungszweck war der Einsatz im Badebetrieb in Bad Alexandersbad. 198o wurde der Abbau aus ökologischen Gründen von der Kreisverwaltung untersagt, um weitere Eingriffe in das Naturschutzgebiet zu unterbinden. Die Bäderhaus GmbH wich dann auf das kleine Torfvorkommen von Rupertsgrün aus. Hier erlag der Torfabbau aber schon kurze Zeit später, da die privaten Eigner nicht bereit waren, Torf für Bad Alexandersbad weiter abzugeben. Seit 1983 wurde unter Mitarbeit des Lehrstuhls für Angewandte Geologie der Universität Erlangen-Nürnberg die Badetorfversorgung von Bad Alexandersbad aus einem Niedermoor in der Nähe von Klardorf (Landkreis Schwandorf) gedeckt. 1985 trafen die ersten Lieferungen von Torf aus der Gegend von Rosenheim in Bad Alexandersbad ein.

2. Arbeitsmethodik

2.1. Geländeuntersuchungen

Nach einer Vorauswahl torfhöffiger Stellen in Literatur und Kartenmaterial (TK 25, TK 5o, GK 25, Karte von GÜMBEL 1877) wurden im Sommer und Herbst 1982 erste, orientierende Geländeuntersuchungen durchgeführt. Dabei ging es in erster Linie um die räumliche Erstreckung der Moore, um eine Abschätzung der Mächtigkeit und der Menge des noch vorhandenen Torfes. Für diese orientierende Aufnahme wurden ca. 6oo Handbohrungen mit dem PÜRCKHAUER-Bohrstock bis zu einer Tiefe von einem Meter niedergebracht. Als Abgrenzung zwischen Anmoor und Moor wurde eine Torfmächtigkeit von 3o cm gewählt. Die kartographische Unterlage bildete die TK 25.

Auf Grund der Literaturangaben über den früheren Torfabbau und den eigenen Geländebefunden wurden dann 32 Moore zur weiteren Untersuchung ausgewählt. Im Herbst 1982 und während des gesamten Jahres 1983 erfolgte die detaillierte Aufnahme dieser Moore mit dem GUETS-Bohrstock (Holländischer Moorbohrstock), der den feinstratigraphischen Aufbau der Schichten weitgehend ungestört liefert. Mit diesem Gerät, das von einem Mann bedient werden kann, wurden Bohrungen bis zu einer Tiefe von 5,8o m niedergebracht. Je nach Beschaffenheit des mineralischen Unterlagers ist auch ein unterschiedlich mächtiger Bohrkern des Mooruntergrundes gewinnbar, bei sandig-tonigem Material im Durchschnitt 2o - 3o cm. Die so gewonnene Moorstratigraphie wurde in den Randbereichen, wo der Einsatz des PÜRCKHAUER-Bohrstocks mit seiner begrenzten Länge von einem Meter sinnvoll war, mit dem Aufbau der mineralischen Schichten im Liegenden des Torfes verknüpft. Zusammen mit den Bohrungen der orientierenden Geländeuntersuchungen entstanden so Mächtigkeitskarten und geologische Karten der einzelnen Moorkörper, entsprechend dem bei GÖTTLICH (1976) beschriebenen Verfahren für die Erstellung von Moorkarten. Der Maßstab dieser Karten war in der Regel 1 : 5.000.

Die Torfansprache im Gelände erfolgte anhand der makroskopischen Pflanzenreste. Sie entspricht dem Schlüssel der Bundesanstalt für Geowissenschaft und Rohstoffe (BARCKHAUSEN et al. 1975), den Richtlinien

für bodenkundliche Kartierungen (ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE 1982) und den Vorschlägen von GROSSE-BRAUCKMANN et al. (1977). Entscheidend für die Festlegung der Torfart sind dabei die pflanzlichen Bestandteile der Grundmasse. Die übrigen erkennbaren Pflanzenreste werden als zusätzliche Bestandteile, gewichtet nach der Häufigkeit ihres Auftretens, angegeben. Der Zersetzungsgrad des Torfes wurde nach der VON POST'schen Methode ermittelt (Tab. 4). Schichtgrenzen wurden dort gezogen, wo sich die pflanzliche Zusammensetzung oder der Zersetzungsgrad deutlich änderten.

<table>
<tr><th rowspan="2">Humositätsgrad nach v. Post</th><th rowspan="2">Bezeichnung des Torfes</th><th rowspan="2">Farbe des zwischen den Fingern austretenden Wassers</th><th rowspan="2">Anteil des zwischen den Fingern austretenden Torfbreies</th><th colspan="2">Rückstand in der Hand</th></tr>
<tr><th>Form</th><th>Pflanzenstruktur</th></tr>
<tr><td>H 1</td><td>völlig unzersetzt</td><td>farblos, klar</td><td rowspan="4">es tritt kein Torfbrei zwischen den Fingern durch</td><td rowspan="3">nicht breiartig</td><td rowspan="3">deutlich erkennbar</td></tr>
<tr><td>H 2</td><td>beinahe völlig unzersetzt</td><td>schwach gelbbraun, fast klar</td></tr>
<tr><td>H 3</td><td>sehr schwach zersetzt</td><td>deutlich braun, deutlich trübe</td></tr>
<tr><td>H 4</td><td>schwach zersetzt</td><td>stark braun, stark trübe</td><td rowspan="4">stark breiartig</td></tr>
<tr><td>H 5</td><td rowspan="2">ziemlich zersetzt</td><td rowspan="4">stark trübe</td><td>etwas</td><td rowspan="2">noch deutlich erkennbar</td></tr>
<tr><td>H 6</td><td>ein Drittel</td></tr>
<tr><td>H 7</td><td>stark zersetzt</td><td>die Hälfte</td><td>noch ziemlich erkennbar</td></tr>
<tr><td>H 8</td><td>sehr stark zersetzt</td><td>zwei Drittel</td><td colspan="2" rowspan="2">hauptsächlich aus widerstandsfähigen Wurzelfasern, Holz usw.</td></tr>
<tr><td>H 9</td><td>fast völlig zersetzt</td><td>fast alles</td></tr>
<tr><td>H 10</td><td>völlig zersetzt</td><td colspan="2">alles tritt als Torfbrei zwischen den Fingern durch</td><td colspan="2">keine Rückstände in der Hand</td></tr>
</table>

Tab. 4: Zersetzungsgrad nach der VON POST'schen Methode.

Die Geländebefunde wurden auf Formblättern und in für die EDV-Auswertung bestimmter Symbolschreibweise (BARCKHAUSEN et al. 1975) aufgezeichnet. Daneben wurden gesondert auch Angaben über die rezente Vegetation, den hydrologischen Zustand und die Nutzung der Moore gemacht.

Auf eine flächendeckende botanische Bestandsaufnahme der rezenten Vegetation wurde verzichtet, da die Moore in erster Linie unter geologisch-lagerstättenkundlichem Blickwinkel betrachtet wurden.

Bei den meisten Mooren ergaben sich durch den z.T. sehr dichten pflanzlichen Bewuchs (Fichtenschonungen, Gesträuch, Unterholz) und die eingeschränkte Begehbarkeit (wiedervernässende Torfstiche) kartiertechnische Schwierigkeiten. Hinzu kam weiterhin, daß der frühere Torfabbau die meisten Moore in völlig ungeordneter Verteilung überzog. Aus den obigen Gründen aber auch aus zeitlichen und arbeitsökonomischen Überlegungen wurde daher auf ein starres Netz der Bohrabstände verzichtet. Ausgehend von auf der Karte gut festlegbaren Punkten erfolgten die Bohrungen mit wechselnden Abständen je nach Orientierbarkeit, Zustand des Moorkörpers und Veränderungen im Moorprofil. Bei unübersichtlichen Gebieten wurden Profillinien mit Hilfe von Kompaß und Maßband festgelegt.

Nach dieser Bestandaufnahme setzte in den Jahren 1983 und 1984 eine gezielte Probennahme ein. Sie diente zur Verfeinerung der Moorstratigraphie, der Altersbestimmung bestimmter Torf- und Muddehorizonte, der Bestimmung chemischer und physikalischer Parameter sowie zu petrographischen und sedimentologischen Untersuchungen des Moorunterlagers. Bei der Probennahme kamen sowohl der GUETS-Bohrstock (relativ ungestörte Proben) als auch der schwedische Kammerbohrer (gestörte Proben, allerdings mengenmäßig größere Proben) zum Einsatz. Die Abstände der Beprobung innerhalb eines Profils wurden dabei z.T. fest gewählt, häufig aber auch entsprechend der im Gelände erkennbaren Schichten. Das so gewonnene Material wurde luftdicht in Polyäthylenbeuteln oder in Probengläschen verpackt. Für größere Mengen an mineralischen Proben wurden an geeigneten Stellen (trockene alte Torfstiche, Moorrandgebiete) Schürfschlitze angelegt.

2.2. Laboruntersuchungen

Die z.T. sehr zeitaufwendigen Laboruntersuchungen konnten natürlich nicht bei allen 32 Mooren in gleichem Umfang durchgeführt werden. Schwerpunkt der Laboruntersuchungen waren die Moore Häuselloh, Torfloh, Ruppertsgrün und Mühlbacher Waldung, da es sich hierbei noch um beachtliche Torflagerstätten handelt. Um einen gewissen Vergleich zu den anderen Mooren zu haben, wurden einzelne Untersuchungen auch in den Mooren Oberteich, Sulzschlag, Oberlind, Krötenseewald und Eisenmoor vorgenommen. Aus dem Moor von Klardorf liegen Ergebnisse des Instituts für Wasserchemie und chemische Balneologie der Technischen Universität München (EICHELSDÖRFER 1984, 1985) und eigene Analysen vor.

2.2.1. Mikroskopische Bestimmung der Pflanzenreste

Zur Überprüfung der im Gelände aufgestellten Torfstratigraphie wurden aus den Bohrkernen pro Schicht zwei Proben genommen. Der möglichst frische Torf wurde mit Kalilauge (5 %) ca. eine halbe Stunde gekocht und dann über ein Sieb mit der Maschenweite 2oo µm abgesiebt. Bei diesem Verfahren gehen die humifizierten Bestandteile in Lösung. Übrig bleiben die noch nicht oder noch nicht ganz zersetzten Pflanzenteile (Seggenrhizome, Holzstücke, Samen, Blätter etc.). Unter dem Binokular mit 5 bis 8o facher Vergrößerung erfolgte die Bestimmung der Reste entsprechend den Angaben von BERTSCH (1941), KLINGER (1969) und GROSSE-BRAUCKMANN (1962, 1964, 1972, 1974). Die Ansprache der Carex-Früchte folgt dem Schlüssel von NILSSON & HJELMQVIST (1967). Teilweise wurde auch rezentes Vergleichsmaterial benutzt.

Ausgehend von der Tatsache, daß nicht jeder Pflanzenrest eindeutig bestimmbar ist, wurden bei der Auswertung nur einige typische Moorpflanzen berücksichtigt bzw. zu Gruppen zusammengefaßt. Für die Charakterisierung der Torfarten wurden folgende Gruppen oder Einzelpflanzen berücksichtigt:

- Carex sp. (Hc)
- Phragmites communis (Hpr)
- Menyanthes trifoliata (Hmy)

- Equisetum sp. (Hq)
- Braunmoose (Hb)
- Holz (Hl)
  Bei Erhaltung der Rinde ist eine Unterteilung möglich in:
  - Birke (Hlb)
  - Erle (Hle)
  - Weide (Hlw)
  - Kiefer (Hlk)
  - Fichte (Hlf)
- Scheuchzeria palustris (Ha)
- Calluna vulgaris (Hi)
- Sphagnum sp. (Hs)
  - Sphagnum cymbifolium (Hsy)
  - Sphagnum cuspidatum (Hsu)
  - Sphagnum acutifolium (Hsa)
- Eriophorum sp. (He)

Die Häufigkeit des Auftretens in einer Probe wurde in Stufen von 1 (= vereinzelt) bis 5 (= häufig) unterteilt.

Die mikroskopische Auswertung ermöglichte, vor allem bei sehr stark zersetzten Torfen, eine eindeutige Aussage über die den Torf aufbauenden Pflanzen zu treffen. Danach erfolgte, wo es notwendig wurde, eine Korrektur der Geländeprofile.

2.2.2. Altersbestimmungen

Die Grundzüge der zeitlichen Entwicklung der Moore sind schon durch die Arbeiten von FIRBAS (1952), BEUG (1957) und LANGNER (1962) mit Hilfe von Pollendiagrammen geklärt worden. Aufbauend auf diese Ergebnisse wurde der Schwerpunkt der eigenen Altersbestimmungen auf das Datieren einzelner, typischer Horizonte und den Beginn der Moorbildung gelegt. Zu diesem Zweck wurden insgesamt 18 Proben aus fünf Mooren (Häuselloh 6, Torflohe 4, Ruppertsgrün 4, Mühlbacher Waldung 2, Oberlind 2) zur Bestimmung nach der ^{14}C-Methode genommen. Sie wurden luftdicht verpackt und an das Niedersächsische Landesamt für Bodenforschung in Hannover gesandt. Dort erfolgte die Altersbestimmung durch Herrn Prof. Dr. GEYH.

2.2.3. Wassergehalt

Der Gesamtwassergehalt Wg wurde in einem zweistufigen Verfahren bestimmt. Er setzt sich aus dem Erstwassergehalt We und dem Restwassergehalt Wr zusammen. Zur Bestimmung von We wird die Probe bei Raumtemperatur bis zur Gewichtskonstanz getrocknet. Eine so aufbereitete Probe wird im weiteren als luftgetrocknet bezeichnet. Der Restwassergehalt Wr ist der Gewichtsverlust, den die luftgetrocknete Probe bei 1o5° C $\pm$ 3° erfährt. Der Gesamtwassergehalt Wg der Frischsubstanz wird dann nach folgender Formel berechnet:

$$Wg = \frac{(1oo - We) \times Wr}{1oo} + We$$

2.2.4. Aschegehalt

Als Asche wird der bei 55o° C $\pm$ 25° erhaltene Verbrennungsrückstand bezeichnet. Der Aschegehalt wird entweder in Gewichtsprozenten bezogen auf die Frischsubstanz (Af) oder die wasserfreie Substanz (Awf) angegeben. Ein Teil der luftgetrockneten Analysenprobe wird in einer ausgeglühten und im Exsikkator abgekühlten Veraschungsschale für mindestens vier Stunden in einem Muffelofen bis zur völligen Veraschung des Torfes eingesetzt. Gleichzeitig wird der aktuelle Wassergehalt (= Restwassergehalt Wr) mit dem anderen Teil der Probe ermittelt. Zunächst wird als Zwischenwert der Aschegehalt Aa der Analysenprobe berechnet:

$$Aa = \frac{E}{R} \times 1oo$$

Aa = Aschegehalt der Analysenprobe
E = Einwaage des luftgetrockneten Torfs
R = Rückwaage des Verbrennungsrückstands

Der Aschegehalt Af in Gewichtsprozenten der Frischsubstanz ergibt sich aus:

$$Af = Aa \times \frac{(1oo - Wg)}{(1oo - Wr)}$$

Af = Aschegehalt der Frischsubstanz
Aa = Aschegehalt der Analysenprobe
Wg = Gesamtwassergehalt der Torfprobe
Wr = Aktueller Wassergehalt der Analysenprobe

Für den Aschegehalt Awf der bei 1o5° C getrockneten Probe gilt:

$$Awf = Aa \times \frac{1oo}{(1oo - Wr)}$$

Awf = Aschegehalt der wasserfreien Probe
Aa = Aschegehalt der Analysenprobe
Wr = Aktueller Wassergehalt der Analysenprobe

Bei allen Proben wurden zwei Analysen gemacht. Als Ergebnis wird das arithmetische Mittel angegeben.

2.2.5. PH-Wert

Bei Kenntnis des Gesamtwassergehalts Wg einer Torfprobe wird der pH-Wert in einer wässrigen Aufschüttelung der Frischsubstanz gemessen (DIN 11542). Eine etwa 1o g Trockensubstanz enthaltende Menge wird auf o,1 g genau in einen Erlenmeyerkolben eingewogen und mit destilliertem Wasser soweit aufgefüllt, daß einschließlich des im Torf enthaltenen Wassers 25o ml Wasser vorhanden sind. Der Kolben kommt für drei Stunden in eine Schüttelmaschine. Danach wird ein Teil der Flüssigkeit abgegossen und mit einer Glaselektrode der pH-Wert gemessen.

2.2.6. Zersetzungsgrad

Für die Bestimmung des Zersetzungsgrads im Labor wurde der sogenannte k-Wert ermittelt. Als k-Wert bezeichnet man die Extinktion eines alkalischen Torfextrakts, gemessen bei 57o nm gegen destilliertes Wasser. Bei dieser Methode sind die Ergebnisse relativ schnell gewinnbar, so daß sie sich vor allem für Reihenuntersuchungen eignet. Der k-Wert beruht darauf, daß der Gehalt an alkalilöslichen Huminsäuren im Verlauf der Zersetzung zunimmt und damit die Extinktion erhöht. Zur Lösung der Huminsäuren wurde Natronlauge (o,5 %) verwendet. Die photometrische Bestimmung der Extinktion wurde mit einem Zweistrahlphotometer bei einer Küvettenstärke von 1 cm durchgeführt. Gleichzeitig war auch die Bestimmung des Wasser- und Aschegehaltes der Analysenprobe notwendig.

Der k-Wert berechnet sich:

$$k = \frac{25 \times Ex}{S \times e \times (1oo - Wr - Aa)}$$

k = k-Wert der Probe (dimensionslose Zahl)
Ex = Gemessene Extinktion
S = Schichtdicke der Küvette
e = Einwaage der luftgetrockneten Probe
Wr = Aktueller Wassergehalt der Analysenprobe
Aa = Aschegehalt der Analysenprobe

Der sich ergebende k-Wert kann bei Hochmoortorfen auf die Humositätszahl Hk nach folgender Formel umgerechnet werden:

$$Hk = 5,4\ k - o,34$$

Die Humositätszahl Hk wird berechnet, um einen Vergleich der im Labor gewonnenen Werte mit den im Gelände ermittelten Werte nach der VON POST'schen Methode zu haben. Bei Niedermoortorfen kann der gemessene k-Wert nicht sofort zur Umrechnung auf die Humositätszahl verwendet werden, sondern muß erst nach der Formel von NAUCKE (198o) korrigiert werden.

$$k' = o,61\ k + o,93$$

2.2.7. Alkalilösliche Huminsäuren

Die Bestimmung beschränkt sich auf den alkalilöslichen und mit Säure fällbaren Anteil. Sie wurde nach folgendem Prinzip durchgeführt. In einer Einwaage der frischen Substanz wird zunächst der gebundene Anteil der Huminsäuren durch behandlung mit 2 %-iger Salzsäure freigesetzt. Die Lösung wird filtriert und der Filterrückstand mit destilliertem Wasser chloridfrei gewaschen. Danach wird der Filterrückstand mit etwa o,5 %-iger Natronlauge versetzt und erwärmt (1 Stunde bei 5o° C). nach dem Abkühlen werden mit 12,5 %-iger Salzsäure die Huminsäuren gefällt und nach Abfiltrierung und Trocknung gravimetrisch bestimmt.

2.2.8. Wasserkapazität

Eine Aufschlämmung der frischen Probe wird durch eine Soxleth-Hülse filtriert und nach dem Abtropfen gewogen. Die Wasserkapazität WK ist die Wassermenge, die der Torf zu halten vermag. Sie wird angegeben in g H_2O je g Trockensubstanz. Das Wasseraufnahmevermögen WA ist die Wassermenge, die der Torf zusätzlich zu seinem aktuellen Wassergehalt aufnehmen kann. Auch hier erfolgt die Angabe in g H_2O je g Trockensubstanz.

2.2.9. Chemische Analyse der Asche

Bei 2o8 Torfproben wurde die elementare Zusammensetzung des säurelöslichen Anteils der Asche bestimmt. Zur chemischen Analyse wurde die Asche bei 1o5° C getrocknet, eingewogen und mit 17 %-iger Salzsäure eine halbe Stunde gekocht. Die Lösung wurde abfiltriert. Der Filterrückstand chloridfrei gewaschen, getrocknet und gravimetrisch bestimmt. Bei dem salzsäureunlöslichen Anteil R (HCl) handelt es sich fast ausschließlich um in den Torf eingewehte und eingeschwemmte Silikate (Quarz, Felspäte, Glimmer, Tonminerale), die von der Salzsäure nicht oder nur in beschränktem Maß angegriffen werden. In Anlehnung an MALTERER & FARNHAM (1984) wurde auf den weiteren Aufschluß dieser Fraktion verzichtet. Aus dem Filtrat wurden mittels Atomabsorption (PERKIN & ELMER 3o3o) entsprechend den Anweisungenen des Geräteherstellers die Elemente Eisen, Aluminium, Calcium, Magnesium, Kalium, Natrium, Kupfer, Blei, Cadmium, Mangan und Zink bestimmt. Die Analysenwerte wurden auf die Trockensubstanz umgerechnet. Mit Hilfe eines Kleinkomputers (Hewlett Packard HP 86) wurde eine statistische Auswertung der Analysen durchgeführt.

2.2.1o. Mineralogische und sedimentologische Untersuchungen

Die Proben des mineralischen Unterlagers dienten zur Bestimmung der Korngrößenverteilung, zu morphometrischen und granulometrischen Messungen sowie zur makroskopischen und mikroskopischen Ansprache des Gesteins. Ziel der Untersuchungen war es, Aussagen über das Ablagerungs-

milieu der meist als Lockergestein auftretenden Sedimente an der Basis der Torfschichten zu treffen.

Die Proben wurden bei 1o5° C getrocknet und anschließend mit Wasserstoffperoxid bzw. Ultraschall dispergiert. Durch Siebung wurden die Anteile der Kies- und Sandfraktionen (bis 63 µ) bestimmt. Für den Schluff- und Tonbereich erfolgte die Korngrößenanalyse durch Schlämmung im Atterberg-Zylinder. Der feinste Korngrößenanteil (kleiner 4 µ) wurde zusätzlich nochmals mit einer Pipettenzentrifuge analysiert.

Für die morphometrischen Messungen wurden im Gelände pro zu untersuchender Probe ca. 2oo Gerölle von 2 - 2o cm Größe genommen. An diesen wurden folgende Indices bestimmt:

- Abrundung nach CAILLEUX
- Abplattung nach CAILLEUX
- Abplattung nach LÜTTIG
- Symmetrie nach LÜTTIG

Die nähere Beschreibung dieser Methoden finden sich bei KÖSTER (1964).

Der Nachweis limnischer Sedimente basierte hauptsächlich auf dem Vorhandensein limnischer Diatomeen. Zur Zerstörung des organischen Anteils wurde das Gestein mit Salzsäure behandelt. Die Anreicherung der Diatomeen erfolgte dann mittels Zentrifuge. Daneben wurden die Reste typischer Wasserpflanzen (Potamogeton-Arten u.a.) als Hinweise auf limnische Ablagerungsbedingeungen gewertet.

3. Beschreibung der Moore

3.1. Geologische Beschaffenheit des Moorunterlagers

Bei der Torfbildung spielen neben der notwendigen Wassermenge (Niederschlag, Oberflächenwasser, Grundwasser, Quellen) als Grundvoraussetzung die Morphologie und das anstehende Gestein eine wichtige Rolle. In den Mittelgebirgen des Frankenwaldes und Fichtelgebirges ist auf Grund der landschaftsformenden Prozeße im Känozoikum eine Vielzahl an Mulden und Hohlformen vorgegeben, in denen sich Wasser zumindest phasenweise ansammeln konnte. Häufig ist der Ausgangspunkt der Moorbildung in Zusammenhang mit Quellaustritten oder einem kleinen Bach zu sehen. Genauso oft begann das Torfwachstum aber auch auf wasserstauenden Böden wie Gleyen und Pseudogleyen, wobei hier die Ansammlung bzw. der verzögerte Abfluß des Niederschlagswassers entscheidend waren.

Bereits im Tertiär begannen für die quartäre Torfbildung mitbestimmende geologische Ereignisse. Bei der tiefgreifenden Verwitterung der überwiegend silikatischen Gesteine unter tropisch/subtropischem Klima entstanden große Mengen an feinkörnigem Lockermaterial. Neben der physikalischen Verwitterung, die in erster Linie eine Kornverkleinerung zur Folge hatte, kam es auch zu mineralischen Umwandlungen, wobei hier vor allem an die Bildung der unterschiedlichen Tonminerale zu denken ist. Im Pleistozän erfuhr dieses aufgelockerte Verwitterungsmaterial zum Teil großflächige Massenverlagerungen durch Solifluktionsvorgänge. Insgesamt führten die tertiären und pleistozänen Vorgänge dazu, daß stellenweise die Feinfraktion in den Böden angereichert wurde und diese somit eine niedrige Wasserdurchläßigkeit erhielten.

Auf Grund der morphologischen Position und des stratigraphischen Aufbaus der basalen Schichten lassen sich drei Haupttypen der Moore im untersuchten Gebiet unterscheiden (Abb. 1). Innerhalb dieser drei Typen wurde gemäß den geologischen Verhältnissen der minerogenen Schichten eine weitere Untergliederung vorgenommen. Beim Typ I handelt es sich um Ver-

sumpfungsmoore auf relativ ebenen Flächen mit relativ hohem Grundwasserstand oder gelegentlicher Beeinflußung durch Oberflächenwasser Dieser Typ ist gekoppelt an Talauen, Niederterrassen und flache Niederungen. Moore vom Typ II sind Verlandungsmoore mit eindeutig limnischen Sedimenten an der Basis. Der überwiegende Anteil der Moore kann zum Typ III gerechnet werden. Hier wurden alle soligenen Hangmoore auf pleistozänen periglazialen Sedimenten zusammengefaßt.

3.1.1. Versumpfungsmoore (Typ I)

Als Beispiele für diesen Typ kann man die Moore bei der Huschermühle, bei Filchendorf (Langweiher), bei Oberteich, bei Voitsumra und das Moor Moosteich anführen. Zumindest teilweise liegen auch das Eisenmoor bei Bad Steben, das Moor bei Obersauerhof, das Moor am Selber Vorwerk, die Torfmoorhölle und das Hahnenfilz auf flachen Niederungen oder Talauen. Der überwiegende Moorteil ist hier jedoch in Hangpositionen anzutreffen. In den ebenen Niederungen stehen entweder tertiäre Tone, pleistozäne fluviatile Ablagerungen oder holozäne tonig-schluffige Auelehme an.

3.1.1.1. Versumpfungsmoore auf tertiären Tonen

Beispielhaft für diesen Typ ist das Moor bei Oberteich. Das Profil in Abb. 8 zeigt die morphologische Position dieses Moores auf einer weiten Verebenungsfläche, die von einzelnen Bächen und Gräben durchzogen wird. Die wasserstauenden Schichten werden hier von tertiären Tonen gebildet, in die sich vereinzelt auch sandigere Lagen einschalten. Es handelt sich um hell- bis dunkelgraue sowie blaugraue Tone. Im östlichen Teil wurden auch graue Tone mit rötlichen, tonigen Linsen erbohrt (Abb. 9). Diese roten Tone werden schon von KROMER (1978) in den obersten Lagen des Mitterteicher Gebietes beschrieben. Die Tone zeichnen sich insgesamt durch relativ hohe Glühverluste aus (8,2 - 15,6 %), was auf einen höheren Gehalt an feinverteilter organischer Substanz schließen läßt. Im Top der Tone finden sich Holzkohlestücke sowie eine deutliche Dunkelfärbung durch feinverteilte Holzkohle.

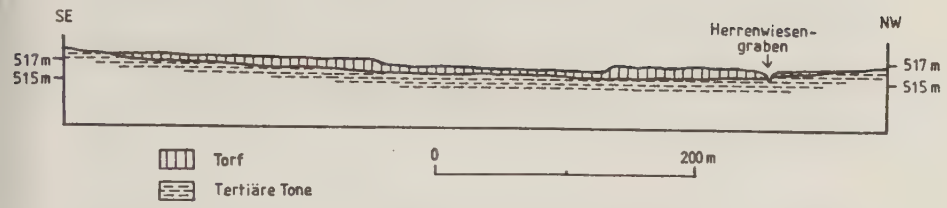

Abb. 8: Profil durch das Moor bei Oberteich (8-fach überhöht)

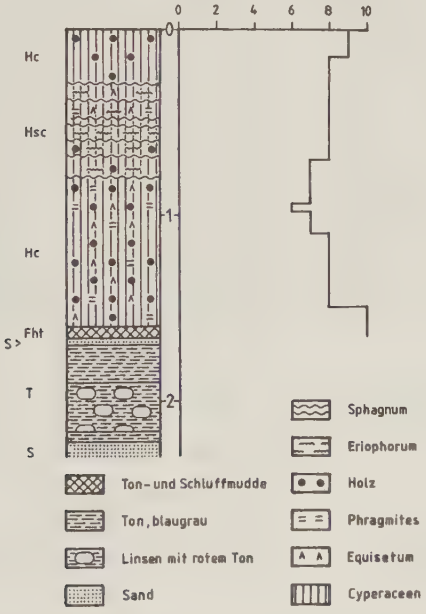

Abb. 9: Stratigraphischer Aufbau und Zersetzungsgrad der Torfschichten im Moor bei Oberteich.

Nach KROMER (1978) sind Illite und Glimmer (27 - 45 %) sowie Kaolinite (36 - 66 %) die häufigsten Minerale. Der Montmorillonitgehalt liegt bei 3 - 4 %. Die petrographische Zusammensetzung der roten Tone wird von o.g. Autor folgendermaßen angegeben: Kaolinite ca. 4o %, Montmorillonite ca. 25 %, Muskovit und Illit ca. 4 %, Quarz ca. 15 %, Hämatit ca. 14 %. Er interpretiert diese roten Tone als Verwitterungsprodukt basischer Gesteine. Bei der untersuchten Probe der dunkelgrauen Tone liegt der Anteil der Tonfraktion bei 51 %. Die Kornverteilung zeigt Abb. 1o.

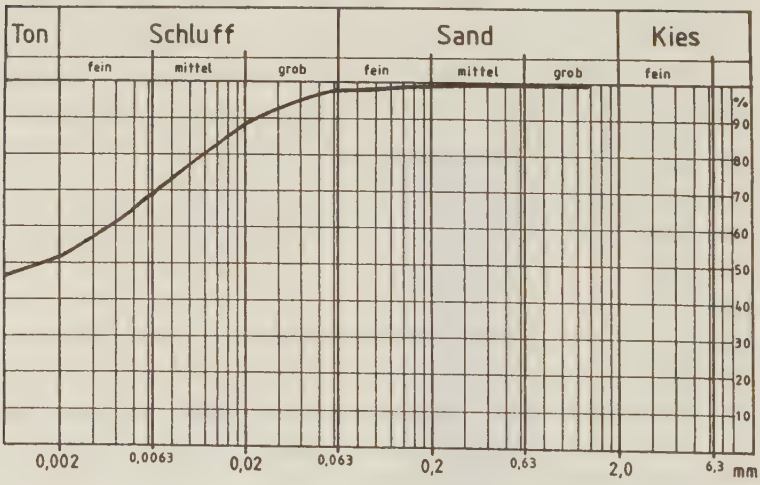

Abb. 1o: Kornsummenkurve der tertiären Tone an der Basis des Moors bei Oberteich.

Im Hangenden der Tone schaltet sich häufig eine dünne Lage mit kiesig-sandigen Sedimenten ein (Abb. 9). Die Mächtigkeit dieser Schicht ist starken Schwankungen unterworfen. Bei den Bohrungen wurden o - 8 cm angetroffen.

Den Übergang zu den organogenen Ablagerungen bildet dann eine Lage von graubraunen "Tonmudden". Häufig fehlte diese Schicht in den Bohrungen.

Der Torf liegt direkt den Sanden oder Tonen auf. Die Mächtigkeit erreicht maximal 1o cm. Die Glühverlustwerte von 14,2 - 22,4 % deuten darauf hin, daß diese Lage schon deutlich organisch angereichert ist. Insgesamt handelt es sich um ein sehr feinkörniges Sediment, in dem immer wieder Equisetum-Reste und andere Pflanzenreste enthalten sind. Die Ablagerung dürfte in nur zeitweilig vorhandenen Wasserflächen (kurzfristige Überschwemmungen, Pfützen) erfolgt sein, da diese Lage häufig aussetzt und in ihrer Mächtigkeit auch auf kleinstem Raum starken Schwankungen unterworfen ist.

Das Hangende der mineralischen Schichten bilden dann sehr aschereiche Niedermoortorfe, die noch mit einer Mächtigkeit bis zu 1,8o m anstehen (Abb. 9).

3.1.1.2. Versumpfungsmoore auf fluviatilen Ablagerungen

Zur Veranschaulichung dieses Typs eignet sich der südliche Teil des Moores bei Voitsumra, das zum Großteil auf sandigen fluviatilen Ablagerungen der Eger liegt. Nach Norden hin werden die Sande durch pleistozäne Fließerden abgelöst (Abb. 11). Die tonig-schluffigen Sande zeigen meist hellgraue und beige Farbtöne. Der Anteil der Sandfraktion beträgt etwa 5o %, der Schluffanteil etwa 3o % (Abb. 12). Überwiegend handelt es sich um Quarzkörner. Daneben finden sich auch Feldspäte, Glimmer und Bruchstücke von Glimmerschiefern und Gneisen. Die Körner zeigen durch ihr eckiges und kantiges Aussehen, daß die Transportweite nicht sehr groß gewesen ist. Die Quelle der Eger liegt auch nur etwa 3 km oberhalb des Moores von Voitsumra. Besonders auffällig waren einige idiomorphe Quarzkristalle bis zu 5 mm Größe, die noch keinerlei Beschädigung durch den Transport aufwiesen.

Zwischen die Sande und den Torf schaltet sich häufig eine dünne, in der Mächtigkeit schwankende "Tonmudde"-Lage ein. Ähnlich dem Moor bei Oberteich handelt es sich dabei um ein graubraunes tonig-schluffiges Sediment mit einem organischen Anteil von 15 - 2o %. Die Erklärung der Mächtigkeitsschwankungen dürfte analog zu den Verhältnissen bei

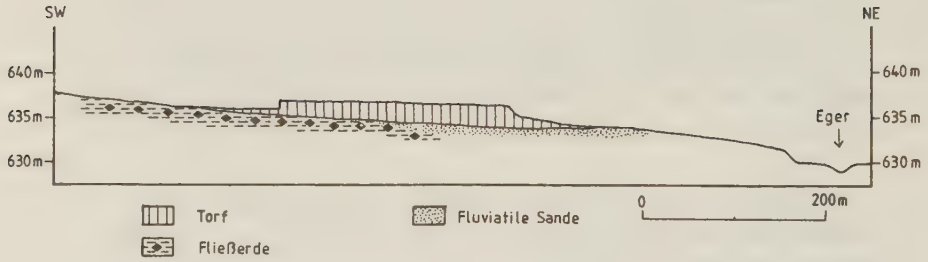

Abb. 11: Profil durch das Moor bei Voitsumra (1o-fach überhöht).

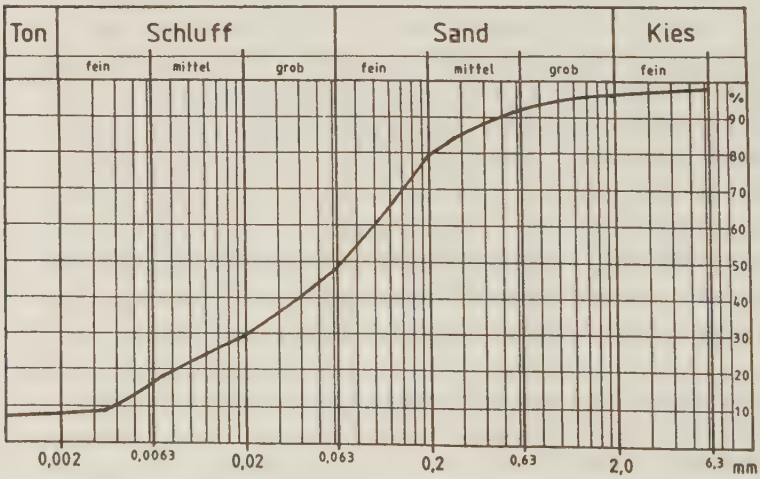

Abb. 12: Kornsummenkurve der Sande aus dem Unterlager des Moors bei Voitsumra.

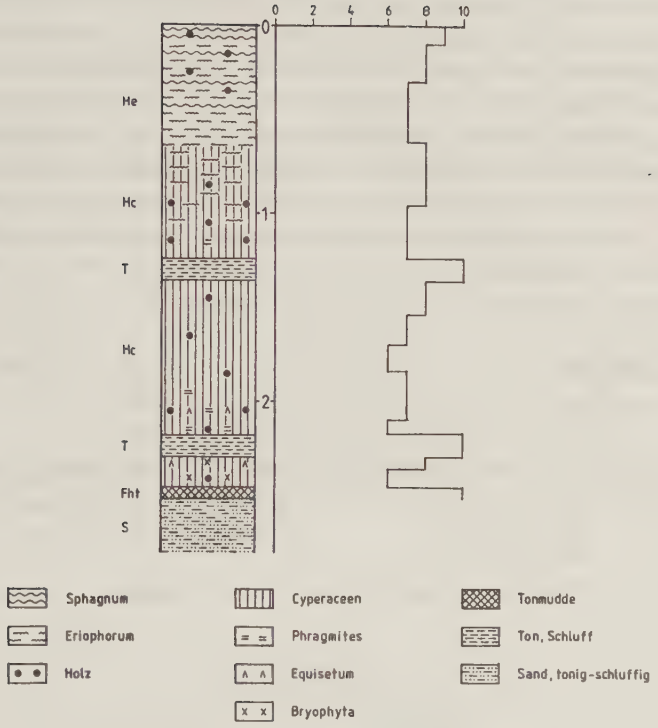

Abb. 13: Stratigraphischer Aufbau und Zersetzungsgrad der Torfschichten im Moor bei Voitsumra.

bei Oberteich sein. Auch hier wird die Ablagerung im Bereich zeitweiliger Wasserflächen erfolgt sein. Für gelegentliche Überschwemmungen von Seiten der Eger sprechen auch zwei tonig-schluffige Lagen innerhalb der Torfe (Abb. 13). Bei Voitsumra liegen noch stellenweise mehr als zwei Meter Niedermoor-, Übergangsmoor- und Hochmoortorfe über den mineralischen Schichten.

Einen ähnlichen Aufbau der basalen Schichten zeigt auch das Moor Langweiher bei Filchendorf. Es liegt in einer seitlichen Ausbuchtung des Haidenaab-Tales (Abb. 14). Die Sande im Unterlager des Moores setzen sich überwiegend aus Quarzkörnern zusammen. Als Ausgangsgestein kommen in erster Linie die in unmittelbarer Nähe anstehenden Keupersandsteine in Frage. In die relativ gut sortierten Lockergesteine schalten sich immer wieder stärker tonigere Lagen oder dünne Tonbänder ein (Abb. 15). Speziell am Kontakt zwischen Sanden und Torf findet man häufig eine dünne, starken Mächtigkeitsschwankungen unterworfene Tonmuddelage mit graubraunen Farbtönen.

Abb. 14: Profil durch das Moor Langweiher bei Filchendorf (1o-fach überhöht).

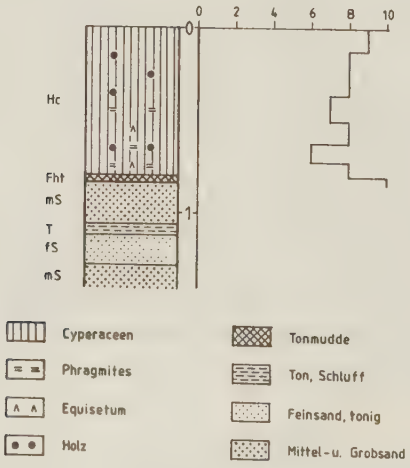

Abb. 15: Stratigraphischer Aufbau und Zersetzungsgrad der Torfschichten im Moor Langweiher bei Filchendorf.

3.1.1.3. Versumpfungsmoore auf Auelehmen

Als typisches Beispiel für diesen Typ kann man das Moor an der Huschermühle ansehen. Es liegt auf der Talaue des kleinen Baches Regnitz (Abb. 16). Durch den nahen Bach ist hier ein relativ hoher Grundwasserstand gegeben. Im Talgrund wurden von diesem Bach im Holozän Auelehme abgelagert. Dabei handelt es sich um graue, tonig-schluffige Sedimente, die in den obersten 2o cm von rotbraunen und gelblichen Flecken durchsetzt sind. Nach unten hin verlieren sich diese Flecken, und das Gestein wird einheitlich graublau (Abb. 17). Typisch für die Auelehme sind rotbraune und dunkelbraune Konkretionen von Eisen- und Manganoxiden, die vor allem in den obersten 2o cm gehäuft auftreten. Diese Konkretionen sind Ausdruck der Stoffverlagerung speziell von Eisen- und Manganverbindungen beim häufigen Wechsel von aeroben und anaeroben Bedingungen. Sie bilden sich bevorzugt in Bodenhorizonten mit hoher Luft- und Wasserleitfähigkeit (SCHEFFER & SCHACHTSCHABEL 1982).

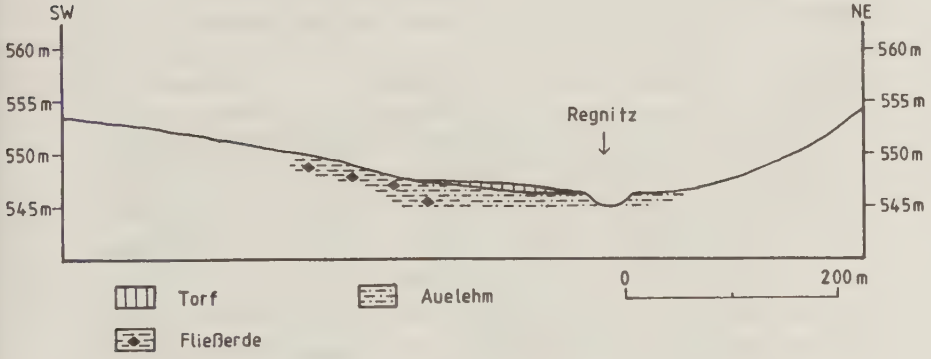

Abb. 16: Profil durch das Moor bei der Huschermühle (1o-fach überhöht).

Die Korngrößenanalyse ergab, daß mehr als 7o % der Körner in den Schluffbereich fallen (Abb. 18). Die Bestandteile der Sandfraktion werden zu mehr als 5o % von den Eisen- und Mangankonkretionen aufgebaut. Nur

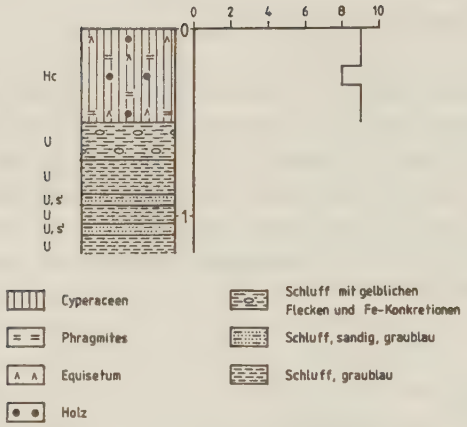

Abb. 17: Stratigraphischer Aufbau und Zersetzungsgrad der Torfschichten im Moor bei der Huschermühle.

ganz vereinzelt finden sich gröbere Bestandteile (Kies, Steine). Meist sind es kantige oder kantengerundete Bruchstücke von Phylliten und Quarziten. Auffällig sind bis zu 5 mm große Muskovitkristalle.

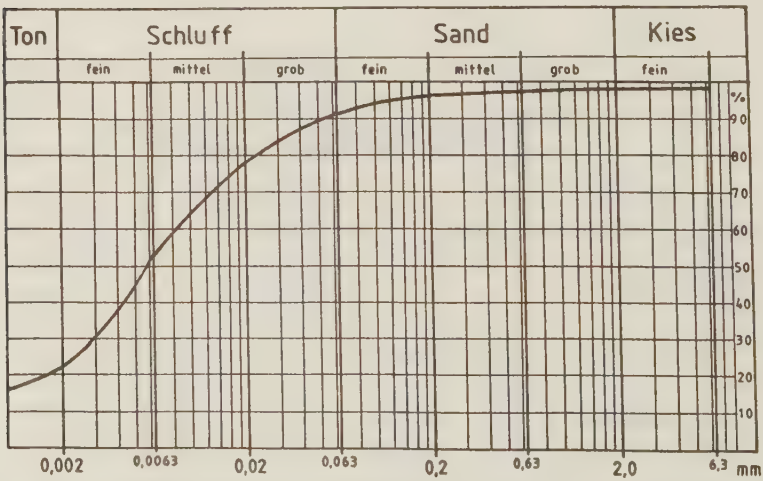

Abb. 18: Kornsummenkurve der Auelehme aus dem Moor an der Huschermühle.

Die ständig wechselnde Höhe des Grundwasserspiegels mit gelegentlichen Überflutungen und anschließendem Trockenfallen dürfte der Grund für die sehr geringe Torfbildung sein. Die größten Torfmächtigkeiten wurden mit 5o - 6o cm angetroffen. Es sind stark mineralische Niedermoortorfe.

3.1.2. Verlandungsmoore (Typ II)

Zu diesem Typ werden alle Moore gezählt, die sich aus einem verlandeten Gewässer entwickelt haben. Als typische Ablagerungen dieser Gewässer findet man Mudden mit unterschiedlich hohem Diatomeengehalt an der Basis der Moore. Von den untersuchten Mooren gehören drei in diese Gruppe (Klardorf, Oberlind, Lindenhof).

Die mächtigsten Muddeablagerungen (mehr als 5,5o m) stehen im Moor von Klardorf an. Das Unterlager bilden hier miozäne Tone des Urnaab-Systems. Im untersuchten Teil der Lagerstätte -- es wurde nur der Teil bearbeitet, der im Besitz der Tongrube Klardorf ist -- kann man deutlich zwei Becken unterscheiden, die von einem etwa Nord-Süd-streichenden Sandrücken getrennt werden (Abb. 19, 2o). Im Süden bestand wahrscheinlich eine Verbindung. Dieser Teil ist jedoch durch den Tagebau, der von Süden nach Norden voranschreitet, nicht mehr zu rekonstruieren (Abb. 2o). Beide Becken waren während des Spätglazials und im frühen Postglazial mit Wasser gefüllt und sind dann langsam verlandet. Einzelne Sandlinsen innerhalb der Muddelagen deuten darauf hin, daß zumindest gelegentlich eine Verbindung zu fließenden Gewässern vorhanden war.

Die miozänen Tone im Liegenden sind Fireclay-Tone, d.h. mehr als 7o % des Mineralbestands sind kaolinitische Tone. Illite (ca. 15 %) und Quarz (ca. 1o %) treten dagegen deutlich zurück (KROMER 1978). In die grauen bis graublauen Tone sind gelegentlich bis zu mehrere Meter mächtige Sandlinsen eingeschaltet. Vereinzelt sind Pflanzenreste und Braunkohlen in den Tonen zu finden. Die Kornfraktion kleiner 2 µ beträgt in der untersuchten Probe 66,2 % (Abb. 21).

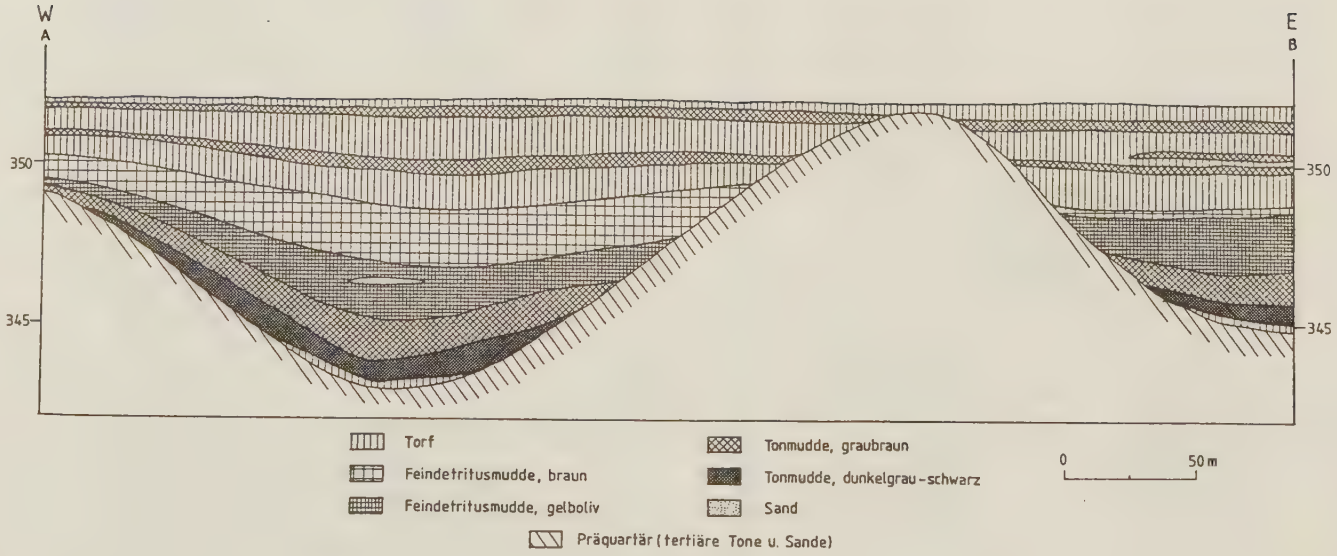

Abb. 19: Profil durch das Moor von Klardorf (12,5-fach überhöht). Lage der Profillinie in Abb. 2o.

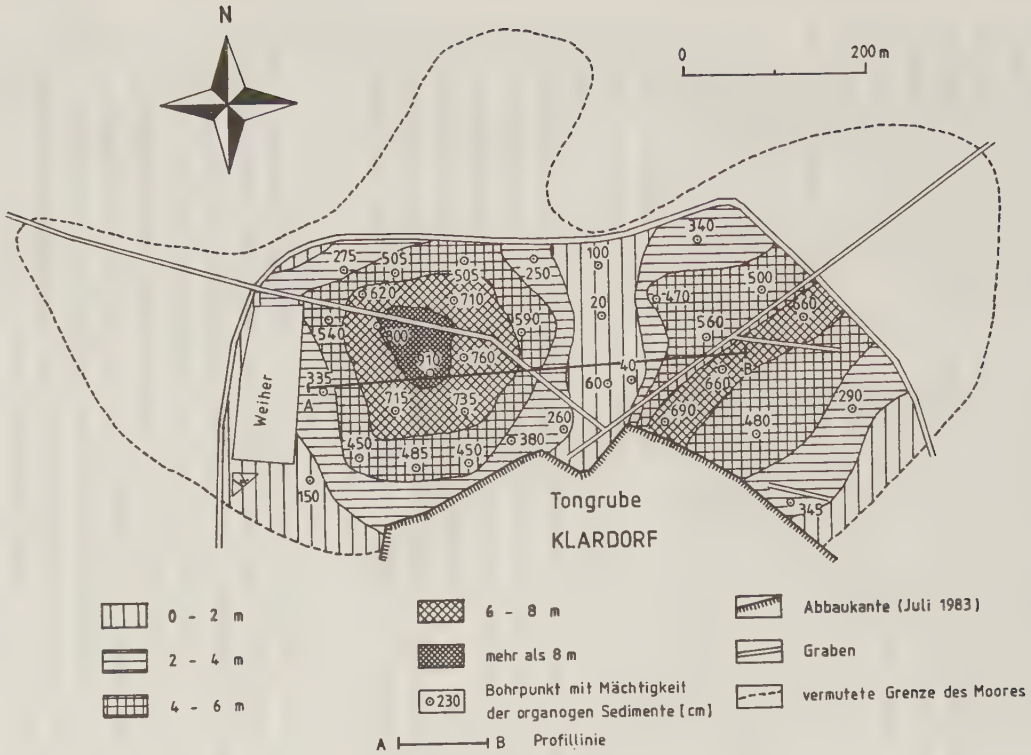

Abb. 2o: Mächtigkeit der organogenen Sedimente im Moor von Klardorf.

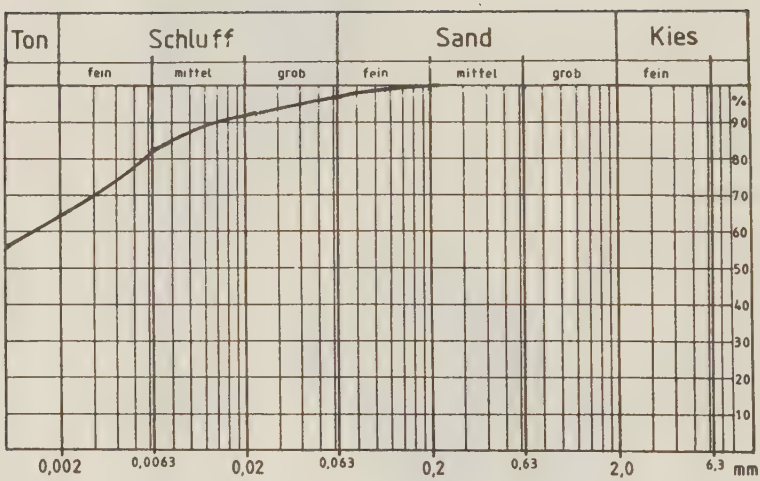

Abb. 21: Kornsummenkruve der tertiären Tone in der Tongrube Klardorf.

Zwischen die miozänen Tone und die quartären Mudden schaltet sich häufig eine stark tonige, sandig-kiesige Lage mit einer Mächtigkeit bis zu 15 cm und eine meist nur wenige cm mächtige Braunmoostorflage ein (Abb. 22). Häufig fehlt eine der beiden Lagen. Oft ist auch eine Verzahnung zwischen den Braunmoostorfen und den Sanden zu beobachten, denn stellenweise ist die Sandlage stark mit organischen Resten angereichert.

Nach dieser ersten, geringmächtigen Torfbildung, die wahrscheinlich schon im Spätglazial einsetzte, füllten sich die kleinen Depressionen mit Wasser. Zur Ablagerung kamen zuerst schwarz-graue, äußerst feinkörnige Sedimente, die als Ton- bzw. Schluffmudde im Sinne von MERKT et al. (1971) angesprochen werden können. Der Gehalt an organischen Bestandteilen ist noch sehr gering (Glühverlust 8,2 %). Nur vereinzelt enthalten sie Diatomeenreste. Die Mächtigkeit ist in den Zentralbereichen der Becken am höchsten und nimmt zu den Randbereichen hin deutlich ab (Abb. 19). Die größte Mächtigkeit wurde im Westbecken mit 6o cm

erbohrt.

Im Hangenden der grau-schwarzen Tonmudden folgen deutlich hellere, feinkörnige Ablagerungen. Dabei handelt es sich um mittelgraue, hellgraue und graubraune Ton- bzw. Schluffmudden. Der organische Anteil ist noch vergleichbar niedrig (Glühverlust 9,5 %). Gelegentlich enthalten diese Schichten einzelne makroskopisch erkennbare Pflanzenreste. Der Sandgehalt ist mit 12,6 % relativ hoch. Im Zentralteil des Westbeckens stehen diese Sedimente mit einer Mächtigkeit von fast einem Meter an. In einigen Bohrungen wurden Schalenreste von Mollusken in diesen Schichten angetroffen (Abb. 22).

Über den grau-schwarzen und graubraunen Gesteinen folgt eine bis zu zwei Meter mächtige gelb-olivfarbene Mudde. An dieser Schichtgrenze wurde in einigen Bohrungen eine ca. o,5 cm mächtige beigefarbene Tonlage angetroffen. Vereinzelt lag dieser Ton aber auch im untersten Drittel der gelb-olifarbenen Mudde. Diese Mudde enthält nur sehr wenige gröbere Pflanzenreste. Nach der Terminologie von MERKT et al. (1971) wird dieses Gestein als Feindetritusmudde bezeichnet. Der Gehalt an Diatomeen ist wesentlich höher als in den o.g. Sedimenten. Überwiegend handelt es sich um Exemplare der Gattungen Melosira (Melosira italica, Melosira islandica, Melosira ambigua) und Navicula. Regelmäßig treten auch Tabellaria fenestrata, Diatoma vulgare und verschiedene Nitzschia-Arten auf. Nach KALBE (1973) sind das Diatomeen, die ihren Lebensraum vor allem in seichteren Gewässern bzw. im Uferbereich haben. Daneben finden sich auch Reste von Potamogeton-Samen. Insgesamt belegt der Glühverlust von 19,2 % einen deutlichen organischen Anteil. Die Feindetritusmudde ist leicht karbonatisch. Einzelne Sandlinsen innerhalb der Mudde deuten auf den gelegentlichen Zustrom von Bächen hin (Abb. 22).

Eine scharfe Grenze zum Hangenden hin bildet der Farbumschlag der limnischen Ablagerungen von gelb-olivfarbenen zu mittel- bis dunkelbraunen Tönen. Der Farbumschlag wird durch den nun deutlich höheren organischen Anteil bewirkt. Häufig finden sich jetzt gröbere Pflanzenreste. Der

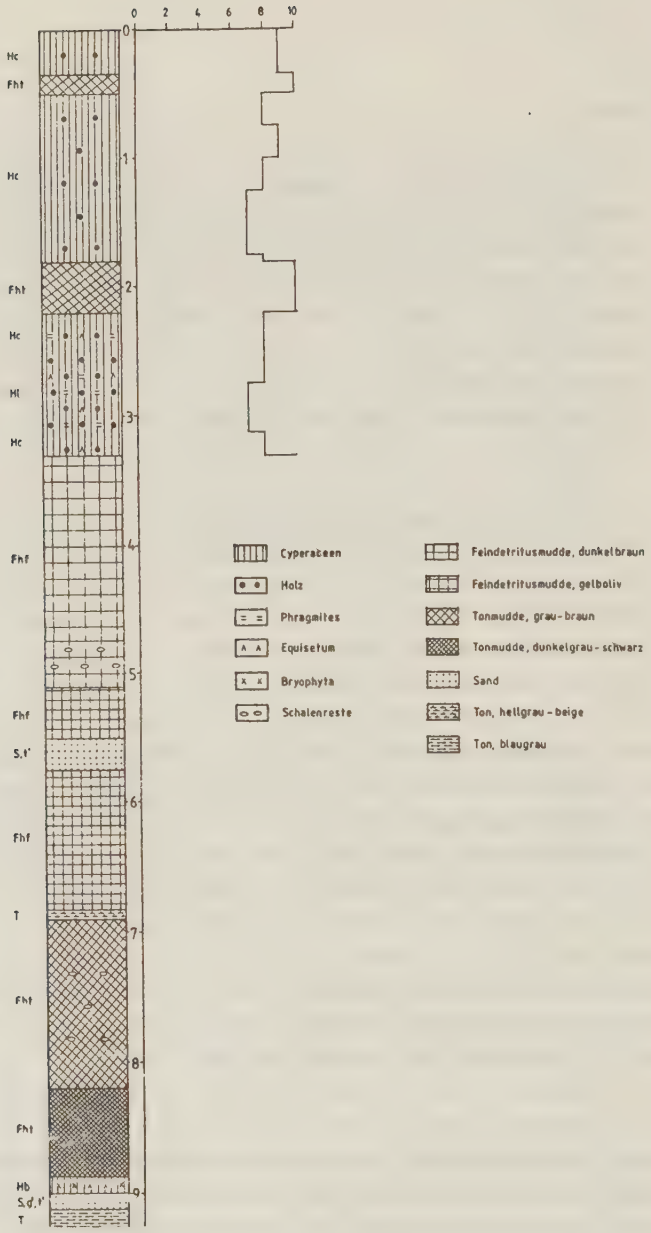

Abb. 22: Stratigraphischer Aufbau und Zersetzungsgrad der Torfschichten im Moor von Klardorf.

Glühverlust beträgt 33,8 %. Dieses Gestein wird als Fein- bis Mitteldetritusmudde bezeichnet. Der Sandgehalt liegt bei nur noch o,7 %. Aus dieser Lage, die bis zu 2,4o m mächtig werden kann, läßt sich gleichfalls eine reiche Diatomeenflora isolieren. Es sind die gleichen Arten wie in der darunter liegenden Schicht. Zum Hangenden hin geht die braune Mudde fließend in Niedermoortorfe über. Auffällig ist, daß im Westbecken die braune Mudde wesentlich mächtiger wird als im östlichen Bereich (Abb. 19). Hier kann diese Schicht z.T. ganz fehlen, und Niedermoortorfe liegen direkt auf der gelb-olivfarbenen Mudde.

Die limnischen Ablagerungen erreichen im Westbecken Mächtigkeiten von mehr als 5 m. Überlagert werden sie hier von ca. 4 m stark mineralischen Niedermoortorfen. In die Torfe schalten sich in unregelmäßiger Folge graue und graubraune Ton- bzw. Schluffmudden mit einzelnen pflanzlichen Makroresten ein. Zumindest zwei Lagen halten auch über weitere Entfernungen hin aus(Abb.19). Hierin dokumentiert sich eine phasenweise Überflutung und flache Weiherbildung. Auch der Flurname Ihrlweiher für das Moorgebiet deutet auf offene Wasserflächen in historischer Zeit. Die Weiher im Westteil sind allerdings künstlich von Seiten der Tongrube Klardorf angelegt (Abb. 2o).

Das zweite Moor mit limnischen Ablagerungen an der Basis ist das kleine Moor bei Oberlind. Hier stehen im Untergrund Kalksilikatfelse an. Im Pleistozän sorgten Fließerdeströme in den Moosbachgrund dafür, daß ein Teil des Tales sowohl im Westen als auch im Süden abgeriegelt wurde (Abb. 23). Durch die pleistozänen Ereignisse enstand so eine kleine, abflußlose Mulde, die sich in spätglazialer Zeit mit Wasser füllen konnte. Begünstigt wurde dies durch mehrere Quellen, die im Bereich der Mulde entspringen sowie durch den nahen Moosbach, der zumindest zeitweise bei Hochwasser in Verbindung zu diesem kleinen Becken stand. Sandig-kiesige Ablagerungen mit einem hohen Feinkornanteil belegen im Nordosten fluviatile Bedingungen im Anschluß an die Ablagerung der Fließerden (Abb. 23).

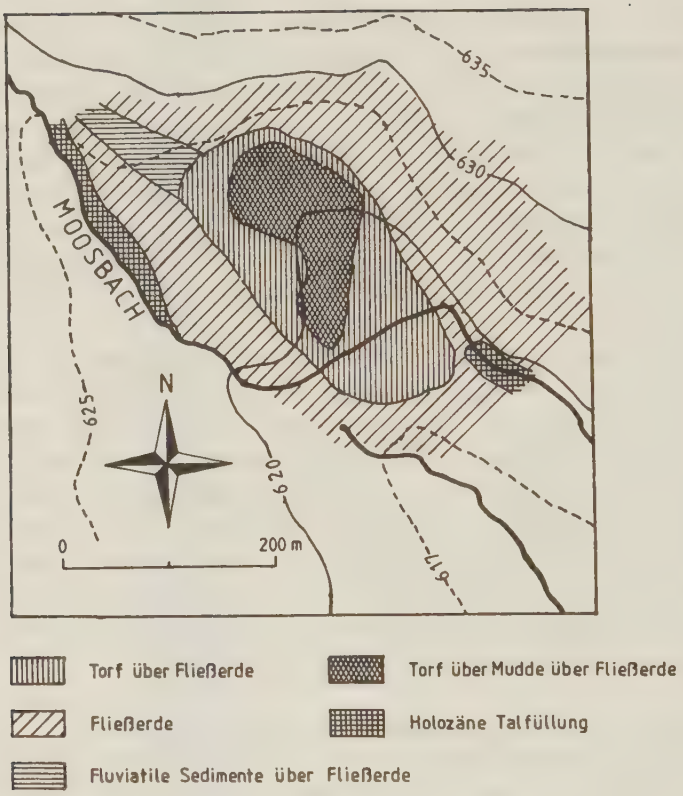

Abb. 23: Schichttypenkarte der Umgebung des Moores bei Oberlind.

Die Fließerden im Untergrund des Moores bestehen überwiegend aus Bruchstücken von Kalksilikatfels. Untergeordnet finden sich auch Granitbruchstücke. Das Gestein zeigt einen graublauen bis metallisch grauen Farbton. Durch den hohen Anteil an tonigem und schluffigem Material haben die Fließerden eine sehr geringe Wasserleitfähigkeit. Das Korngrößenspektrum zeigt eine breite Auffächerung, ohne daß für eine bestimmte Fraktion ein Maximum zu erkennen ist (Abb. 25). Die Komponenten sind meist sehr scharfkantig, allerhöchstenfalls kantengerundet.

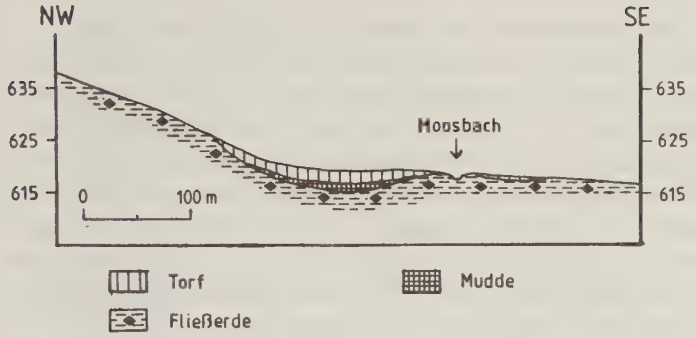

Abb. 24: Profil durch das Moor von Oberlind.

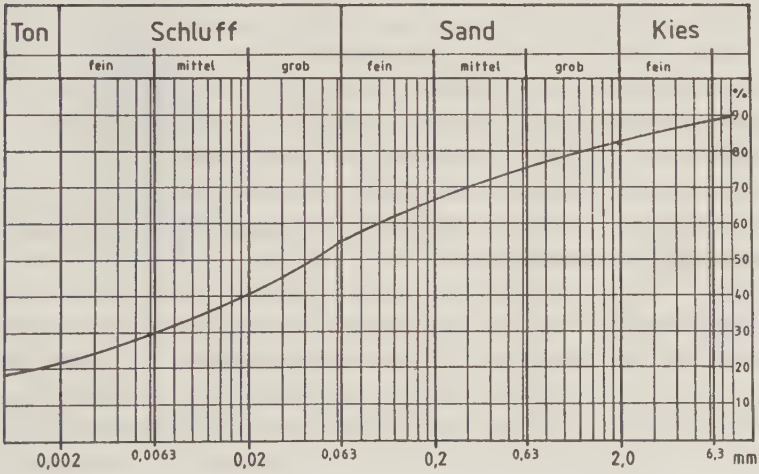

Abb. 25: Kornsummenkurve der Fließerde im Unterlager des Moores von Oberlind.

Im zentralen Bereich des Moores liegt eine dünne Lage von graubraunen, tonigen Sanden auf der Fließerde. In diese Sande eingeschaltet folgen bis zu acht Zentimeter mächtige Niedermoortorfe, die sich etwa zur einen Hälfte aus Cyperaceen, zur anderen Hälfte aus Braunmoosen zusammensetzen (Abb. 26). Diese Torfe wurden mit Hilfe der ^{14}C-Radiokarbondatierung auf 12.780 $\pm$ 365 Jahre vor heute datiert (HV: 12499). Dieses Alter deutet darauf hin, daß diese erste Phase der Torfbildung in Zusammenhang mit der kurzfristigen Erwärmung während des Bölling Intervalls (ca. 12.450 - 11.950 Jahre vor heute) in Zusammenhang steht. Während oder im Anschluß an dieses kurzzeitige Intervall begann sich das kleine Becken im Moosbachgrund mit Wasser zu füllen.

Die limnische Phase spiegelt sich in bis zu einem Meter mächtigen, hell- und mittelbraunen Feindetritusmudden wieder (Abb. 26.). Nach den pollenanalytischen Datierungen von BEUG (1957) erstrecken sich diese Ablagerungen auf den Zeitraum Ältere Dryas bis Präboreal. Die endgültige Verlandung ist nach diesen Untersuchungen im Präboreal erfolgt. Eine ^{14}C-Radiokarbondatierung der Mudde ergab im Gegensatz dazu ein Alter von 8.150 $\pm$ 155 Jahre vor heute (HV: 12498). Diese Datierung zeigt, daß zumindest ein Teilbereich noch im Boreal, vielleicht sogar im Älteren Atlantikum, als offene Wasserfläche vorhanden war.

Die Feindetritusmudden enthalten eine reiche Diatomeenpopulation. Daneben findet man auch Grünalgen (Pediastrum sp.). Reste der Bryozoenart Christatella mucedo werden von BEUG (1957) beschrieben, der auch Reste mehrerer Wasserpflanzen angibt (Nitella flexilis, Polygonum amphibium, Potamogeton obtusifolus, Potamogeton praelongus, Potamogeton rutilus, Batrachium sp.).

Makroskopisch läßt sich in den Bohrungen eine Lage toniger Sande, die gelegentlich auch Bestandteile der Kiesfraktion enthalten, innerhalb der Feindetritusmudde verfolgen (Abb. 26). Auch BEUG (1957) führt diese Lage in seinem Schichtverzeichnis auf. Auf Grund der Pollenanalyse stellt er sie in die Jüngere Dryas. Die Entstehung dürfte somit in Zusammen-

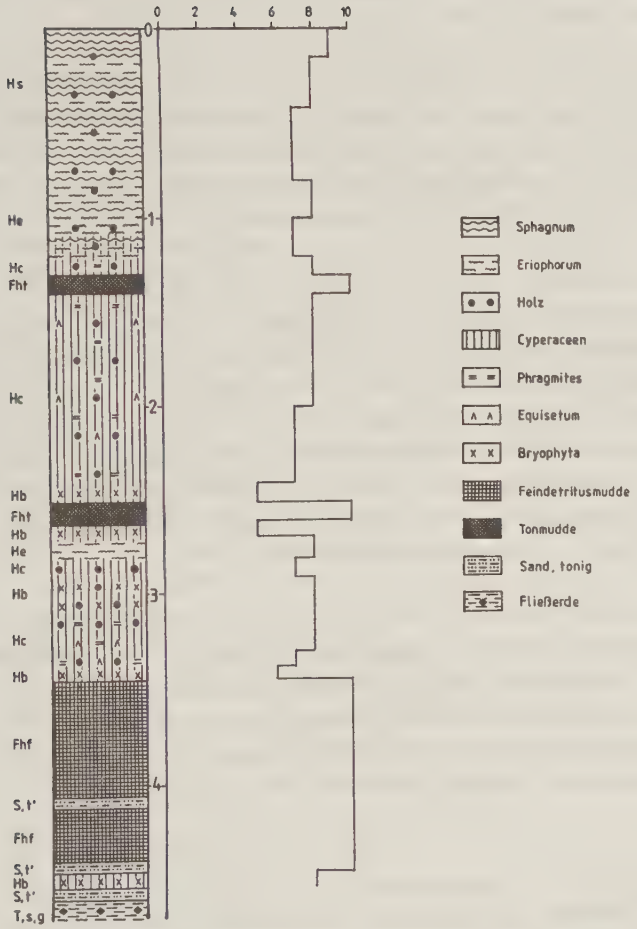

Abb. 26: Stratigraphischer Aufbau und Zersetzungsgrad der organogenen Schichten im Moor bei Oberlind.

hang mit der stärkeren Bodenabtragung und Einschwemmung des Materials in das kleine Becken zu bringen sein.

Zum Hangenden hin gehen die Mudden in stark mineralische Niedermoortorfe über. Die Entwicklung des Moores ging aber weiter bis zum Übergangsmoor und in einzelnen Teilen auch bis zum Hochmoor. Gelegentliche Einschaltungen toniger Sedimente in den Torfen belegen phasenweise Überschwemmungen und kurzzeitige offene Wasserflächen im Moorgebiet.

Das dritte Verlandungsmoor ist das Moor beim Weiler Lindenhof. Es liegt in einem kleinen Seitental der Haidenaab, ca. 250 m vom heutigen Flußlauf entfernt. Im Süden wird es durch die Anhöhe der Moosleite, im Norden von der Anhöhe mit der Ortschaft Lindenhof begrenzt. Diese Anhöhen bestehen aus Keupersandsteinen (Coburger Sandstein, Burgsandstein). Den Untergrund des Moores bilden hellbraune, mittel- bis grobkörnige Sande, in die sich gelegentlich stärker tonige Lagen einschalten. Überwiegend dürfte das Material den umliegenden Sandsteinanhöhen entstammen, das im Pleistozän in der Einmuldung abgelagert wurde.

Im Zentralteil des Moores belegt eine gelbbraune Feindetritusmudde für die spätglaziale und frühpostglaziale Zeit eine kleine Wasserfläche in dem Tal. In der Mudde, deren größte Mächtigkeit mit 65 cm erbohrt wurde, finden sich nur vereinzelt gröbere Pflanzenreste. Der Glühverlust der untersuchten Probe betrug 36,8 %. Wie in den Mooren von Klardorf und Oberlind sind Diatomeenreste häufig anzutreffen.

Überlagert wird diese limnische Schicht, die nach Osten und Westen schnell auskeilt, von Niedermoortorfen. Das komplette stratigraphische Profil war nicht mehr zu rekonstruieren, da das Moor durch den früheren Torfabbau stark beeinträchtigt wurde. Auf den alten Abbau in dieser Gegend weist auch noch ein Haus an der Bahnstrecke Weiden - Kirchenlamitz hin, daß heute noch den Flurnamen Torfmeisterei trägt.

3.1.3. Soligene Hangmoore (Typ III)

Die überwiegende Zahl der untersuchten Moore kann zu diesem Typ gezählt werden. Pleistozäne Fließerden bilden hier das Unterlager. Schon bei gering geneigten Hängen (ab 2°) (EMMERT & STETTNER 1968) geriet der Boden im Pleistozän ins Rutschen. Speziell in morphologischen Hohlformen kam es zur Anreicherung von Solifluktionsmaterial. Diese Vorgänge passierten sicherlich öfters, so daß eine unterschiedliche Anzahl von Erdströmen übereinander abgelagert wurden. STETTNER (1958) unterscheidet mindestens drei Solifluktionsströme im Gebiet des Ochsenkopfs, die er alle zeitlich in das jüngste Glazial stellt. Auch bei Ruppertsgrün lassen sich zwei Solifluktionsdecken aushalten (STETTNER 1964). Eine eindeutige Unterscheidung ist allerdings nur im Aufschluß möglich. Bei den Geländebegehungen konnte nur im Moor von Weiherhöfen eine Unterteilung vorgenommen werden. Der Graben durch das Moorgebiet schneidet zwei verschiedene Fließerden an, von denen die oberere noch sehr locker, die untere schon deutlich verfestigt ist.

Bei Himmelkron (EMMERT & WEINELT 1962) und Hof (STREBEL 1955, HORSTIG 1957) werden zwei Profile beschrieben, bei denen zwischen dem Solifluktionsmaterial Torfe bzw. Pflanzenreste in geringem Maße anstehen. Diese Pflanzenreste dürften aus wärmeren Phasen zwischen den Kaltzeiten stammen. Eine Datierung ist bei den damaligen Untersuchungen nicht erfolgt. Im nordostbayerischen Raum sind das die einzigen Hinweise auf eine eventuelle Moorbildung in einer früheren Warmphase. Alle untersuchten Moore nahmen ihren Ausgang im Spätglazial der letzten großen Kaltzeit bzw. in postglazialer Zeit.

Das Torfwachstum begann häufig direkt auf den wasserstauenden Solifluktionsablagerungen. Gelegentlich schalten sich noch geringmächtige fluviatile Sedimente zwischen Fließerde und Torf ein. Im Rahmen der soligenen Hangmoore wird auch das einzige Sattelmoor (Torflohe) besprochen, da auch hier Fließerden das bestimmende Merkmal des Moorunterlagers sind,und das Moor nach Westen in ein Hangmoor übergeht.

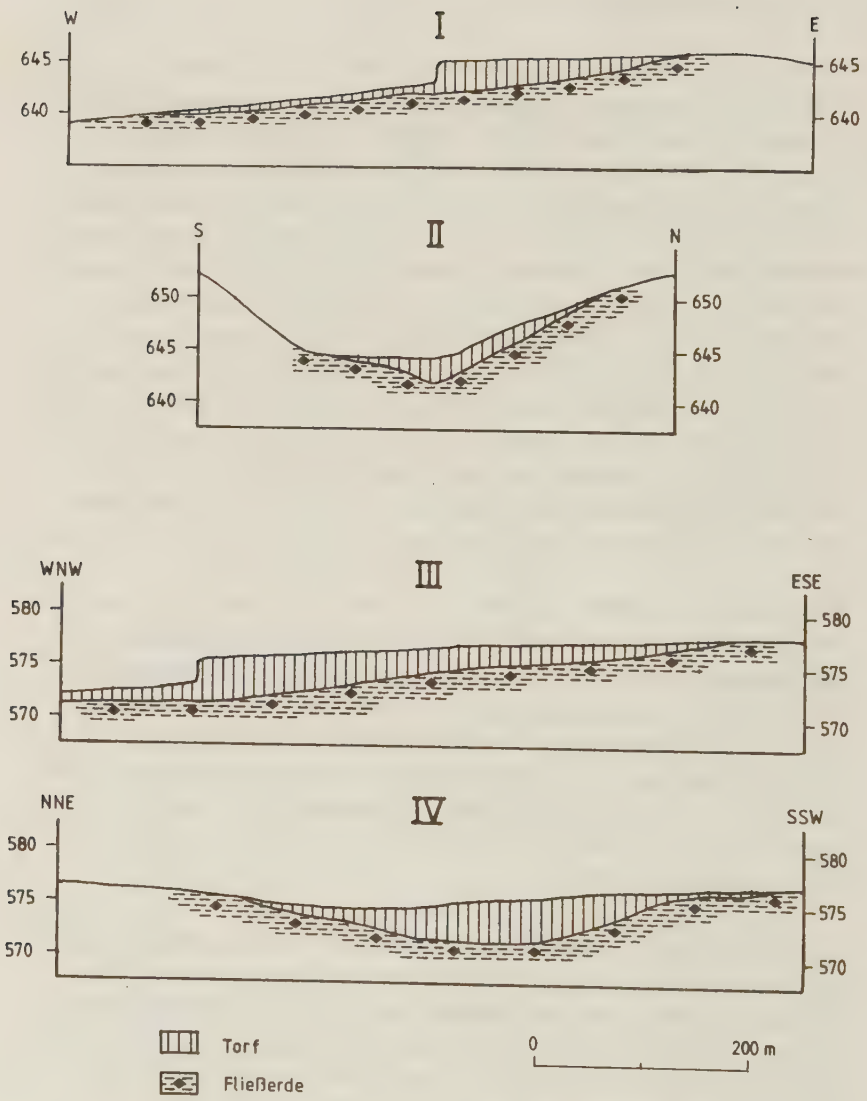

Abb. 27: Profile durch das Moor im Mühlbacher Wald (I, II) und die Häuselloh (III, IV); 1o-fach überhöht.

Besonders geeignet für die Moorbildung waren kleine Einmuldungen der Hänge. Häufig sind Hangmoore in dieser Position anzutreffen (Abb. 27). Quellen in diesen Bereichen begünstigten oft die Vermoorung. Meist sind sie heute nicht direkt aufgeschloßen, wie z.B. im Moor im Krötenseewald, aber auf Grund des hohen Abflußes aus den Moorgebieten liegt die Vermutung nahe, daß sie im Untergrund der Moore von den Torfschichten verborgen liegen. Die Hangneigung kann bei den untersuchten Mooren sehr unterschiedlich sein. Die steilste Position zeigt das Moor bei Carlsgrün mit einer Hangneigung von 8,5 %.

Kennzeichnend für die Fließerden ist die weitgestreute Korngrößenverteilung (Abb. 28, 29, 3o). Etwa 5o % der Körner gehört der Ton- und Schluffraktion an, so daß das Gestein einen lehmigen oder tonigen Grundcharakter zeigt, in dem immer wieder gröbere Bestandteile schwimmen. Der Anteil der Kies- und Blockwerkfraktion beträgt in der Regel etwa 2o %. Durch den hohen Gehalt an feinkörnigem Material zeigen die Fließerden ausgezeichnete wasserstauende Eigenschaften.

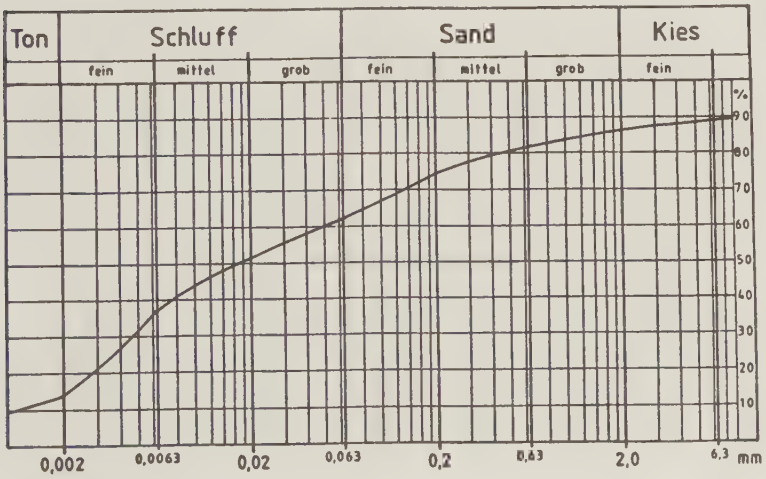

Abb. 28: Kornsummenkurve der Fließerde aus dem Unterlager des Eisenmoores bei Bad Steben.

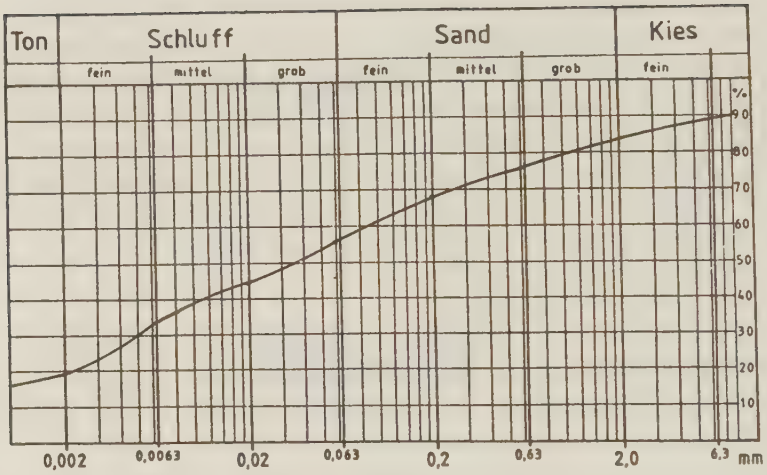

Abb. 29: Kornsummenkurve der Fließerde aus dem Unterlager des Moores beim Frauenreuther Teich.

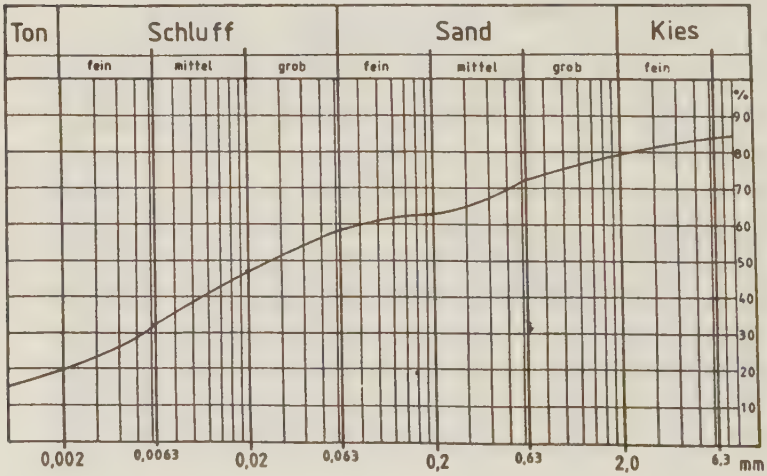

Abb. 3o: Kornsummenkurve der Fließerde aus dem Unterlager des Moores bei Weiherhöfen.

Die Fließerden bestehen aus dem in nächster Nähe anstehenden Gestein. Ihre Ausbildung ist dabei relativ unabhängig vom Ausgangsgestein. Bei allen Solifluktionsbildungen ist eine sehr geringe Kantenrundung der Gerölle typisch. Die überwiegende Zahl ist scharfkantig oder nur ganz leicht kantengerundet. Der Anteil der Gerölle ohne Spuren einer Abrundung liegt meist bei mehr als 55 % (Abb. 31). Gut gerundete Komponenten treten nur in wenigen Ausnahmefällen auf. Vergleicht man die Diagramme aus den nordostbayerischen Mittelgebirgen mit den Untersuchungen von POSER & HÖVERMANN (1952), so zeigt sich, daß die Transportweite meist weniger als einen Kilometer betragen hat.

Bei der mikroskopischen Auswertung der Sandfraktion ergibt sich das gleiche Bild. Auch hier ist die weitaus überwiegende Anzahl der Körner scharfkantig und zeigt kaum Spuren eines Transportprozeßes.

Nur bei den metamorphen Gesteinen (Phyllite, Glimmerschiefer, Gneise, Amphibolite, etc.) und den Schiefern (Tonschiefer, Lydite, etc.) zeigt ein nennenswerter Anteil der Gerölle eine deutliche Abplattung (Abb. 31). Diese ist hier durch die s-flächenparallele Verwitterung vorgegeben. Diabase, Quarzite, Granite und Redwitzite treten meist in sehr kantigen Stücken ohne Bevorzugung einer bestimmten Form auf (Abb. 31).

Bei der Solifluktion kommt es zu einer leichten Einregelung der plattigen Gerölle $\pm$ parallel zum Hang. Das kann stellenweise aber soweit gehen, daß die einzelnen Komponenten dachziegelartig übereinander liegen und mit dem Handbohrgerät nur noch sehr schwer aufschließbar sind. Im Moor von Weiherhöfen wurden 1oo abgeplattete Gerölle mit dem Kompaß eingemessen. Dieses Moor liegt an einem Hang, der mit ca. 2 - 3° nach Südosten geneigt ist. Die statistische Auswertung ergab, daß ein großer Teil der Gerölle flaches Einfallen entweder nach Nordwesten oder Südosten zeigt (Abb. 32). Senkrecht dazu einfallende Orientierung der Gerölle tritt dagegen nur untergeordnet auf.

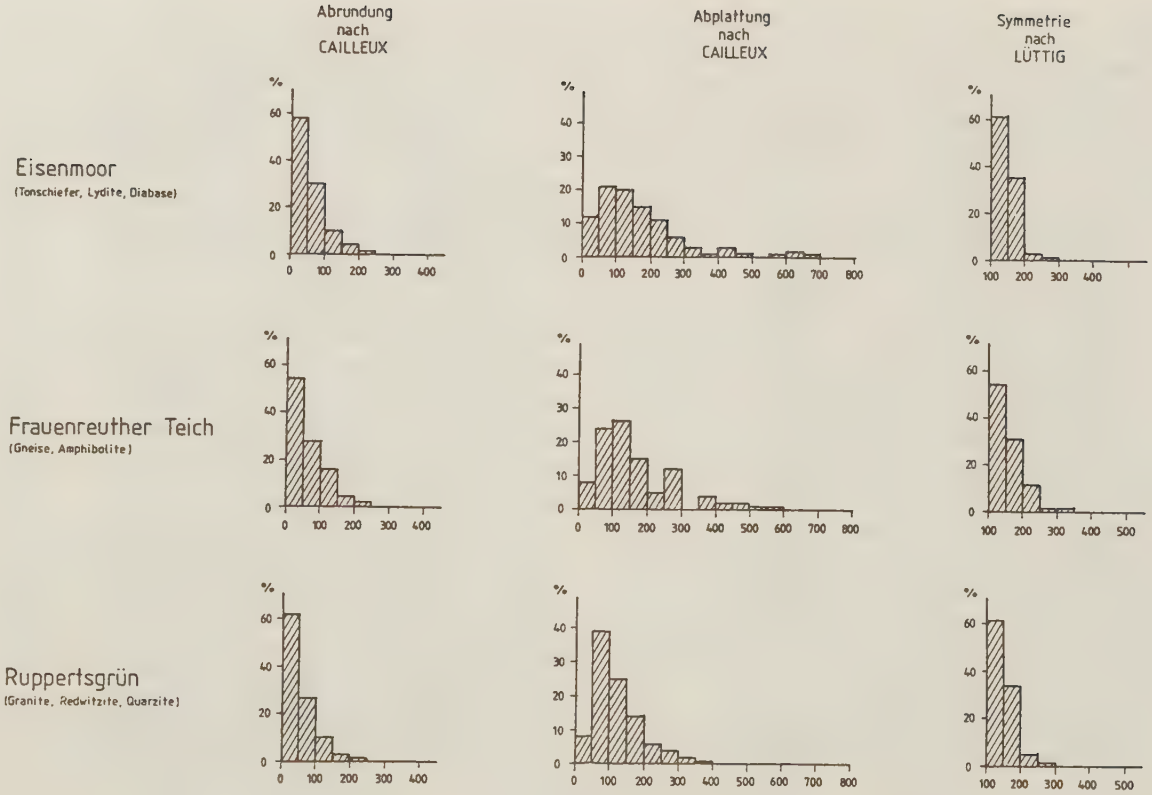

Abb. 31: Morphometrische Messungen an Fließerden aus den Mooren Eisenmoor, Frauenreuther Teich und Ruppertsgrün.

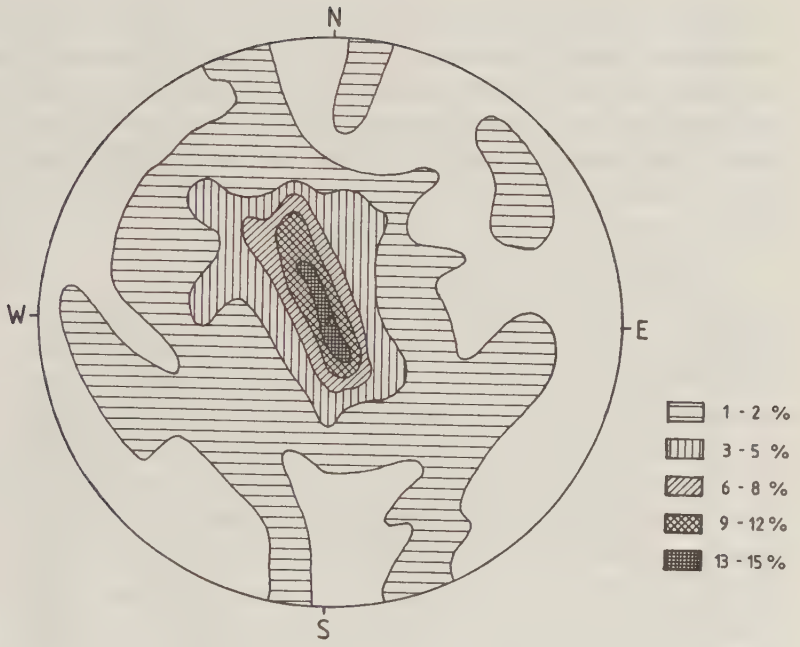

Abb. 32: Flächenpole von 1oo abgeplatteten Geröllen in der Fließerde des Moores von Weiherhöfen.

In den Fließerden treten vor allem in den obersten Lagen noch häufig Wurzel- und Pflanzenreste auf. An manchen Stellen ist das Vorkommen von Schachtelhalm massenhaft. Aus Fließerden des Moores in der Mühlbacher Waldung konnten auch Reste von Calluna vulgaris gewonnen werden.

In der Mehrzahl der soligenen Hangmoore liegt eine dünne, meist graubraune, tonig-schluffige Schicht zwischen den Fließerden und den Torfen. Diese Lage, die im Gelände als Tonmudde angesprochen wurde, enthält einen deutlichen organischen Anteil (Glühverluste: 12,8 - 22,7 %). Gelegentlich sind die Reste von Equisetum, Cyperaceen oder Bryophyten zu erkennen. Die Mächtigkeit schwankt stark. Oft fehlt diese Lage auch ganz, meist erreicht sie aber wenige Zentimeter Mächtigkeit. Korngrößenanalysen zeigen,

daß die Schluffraktion am stärksten vertreten ist. Der Anteil der Sandfraktion liegt im allgemeinen unter 1o % (Abb. 33). Ganz vereinzelt enthalten diese Tonmudden Schalenreste von Kieselalgen. Wie bei den Mooren des Typ I, wo vergleichbare Ablagerungen an der Basis der Torfe liegen, handelt es sich um Bildungen aus kleinen und kleinsten Wasserflächen, die auf dem unregelmäßigen Relief der Fließerden aufgestaut worden waren.

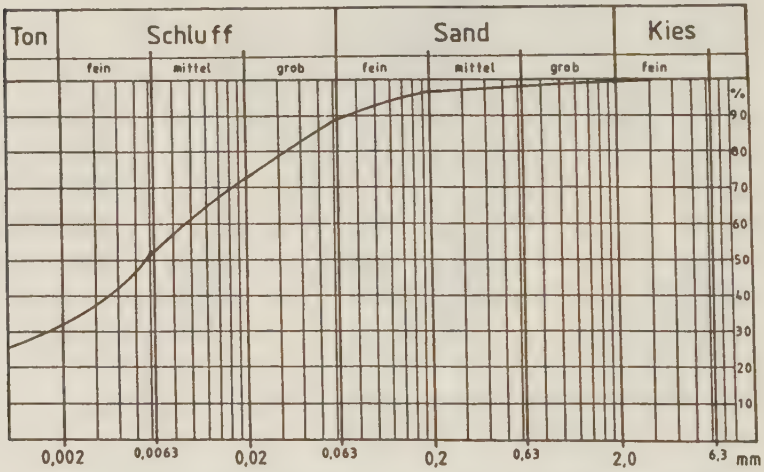

Abb. 33: Kornsummenkurve der feinkörnigen Lage an der Basis des Moores im Krötenseewald.

Gelegentlich kamen bei Mooren auf weniger geneigten Hängen mehrere Zentimeter fluviatiler Sedimente im Hangenden der Fließerden zur Ablagerung. Zwei gute Beispiele sind das Moor von Ruppertsgrün und die Häuselloh. Die klarste Gliederung der spätglazialen Sedimente ist im Moor von Ruppertsgrün erkennbar. Es ist ein Hangmoor in einer nach Osten geöffneten Mulde (Abb. 34). Graublaue Fließerden aus Granit-, Redwitzit- und Quarzitbruchstücken bilden die Basis. In einem ca. 5o - 1oo m breiten Streifen, etwa parallel zum heutigen Grasbach, liegen darüber

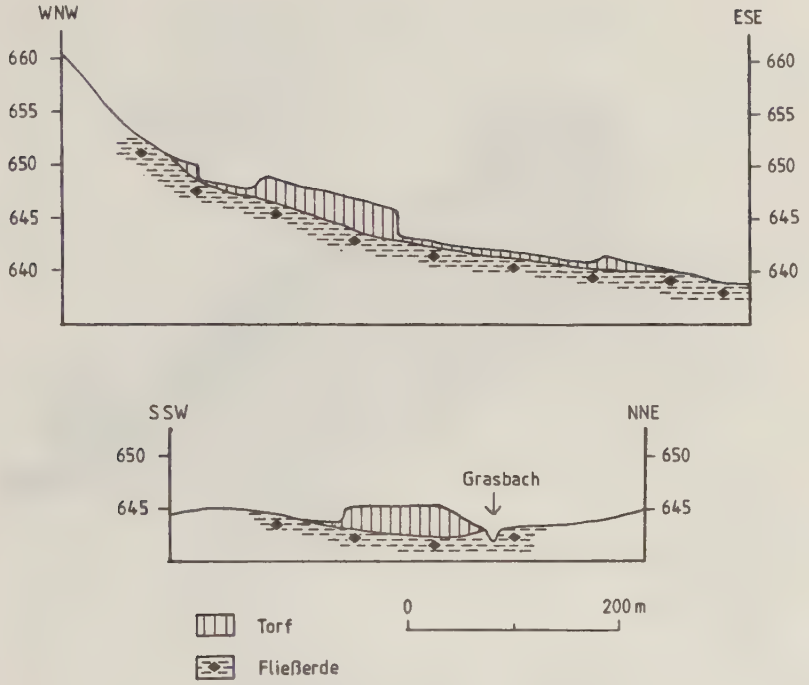

Abb. 34: Profile durch das Moor von Ruppertsgrün (1o-fach überhöht).

mit stark schwankender Mächtigkeit (5 - 35 cm) tonig-schluffige, graubraune Sande. Nach Norden und Süden keilen sie sehr rasch aus und sind in den Bohrungen nicht mehr feststellbar. Es sind spätglaziale, fluviatile Ablagerungen eines Baches, der das Gebiet von Ruppertsgrün nach Osten hin entwässerte (Abb. 35).

Überlagert werden die Fließerden und Sande von grauen oder graubraunen, äußerst feinkörnigen Schichten (Abb. 36), die wenige, meist nicht eindeutig bestimmbare, organische Reste enthalten. Ganz vereinzelt treten Diatomeenbruchstücke auf. Die Mächtigkeit schwankt im Moorgebiet sehr stark (o - 35 cm). Die Entstehung dieser, analog zu den schon beschriebenen Mooren als Tonmudde im Gelände angesprochenen Schicht, ist auf die kurz-

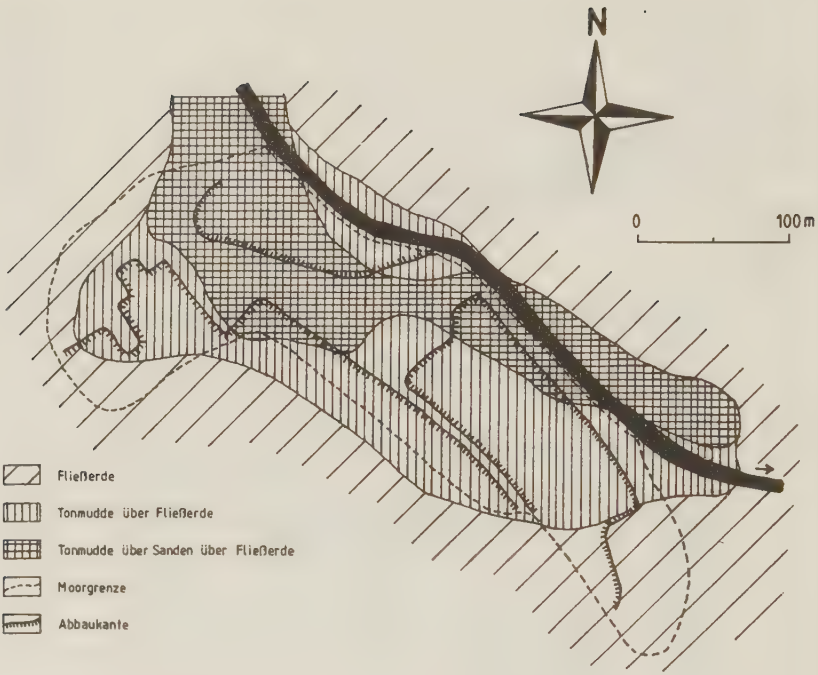

Abb. 35: Schichttypenkarte der spätglazialen Sedimente im Bereich des Moores von Ruppertsgrün.

zeitige Ansammlung von Wasser entweder zu Zeiten der Schneeschmelze oder während Hochwasserständen des spätglazialen Grasbachs zurückzuführen. Dabei kam überwiegend schluffiges Material zur Sedimentation (Abb. 37), so daß man folgerichtig von einer Schluffmudde sprechen müßte. In das Bild eines feuchten,sumpfigen Bereichs passen auch gut die Reste von Equisetum, die an manchen Stellen relativ häufig in der Mudde gefunden werden können. Aus diesem Feuchtgebiet entwickelte sich dann in den ersten wärmeren Phasen das Moor. Die Torfmächtigkeit erreichte dabei mehr als 3 m. In den obersten Lagen ging die Entwicklung bis zum Hochmoor (Abb. 36).

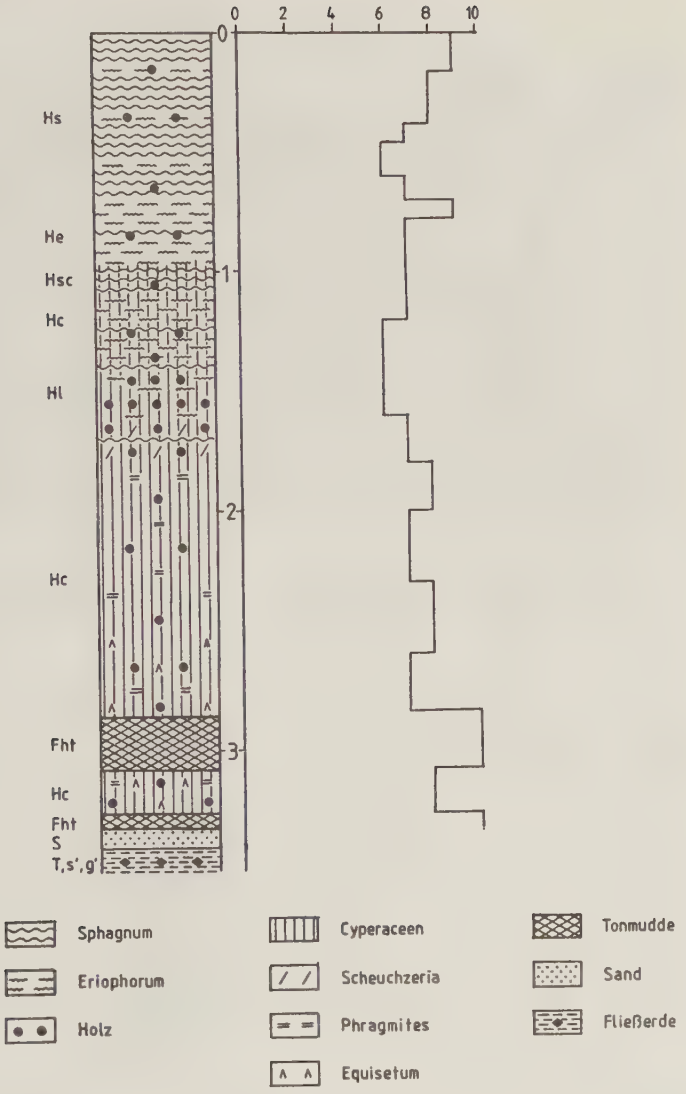

Abb. 36: Stratigraphischer Aufbau und Zersetzungsgrad der Torfschichten im Moor bei Ruppertsgrün.

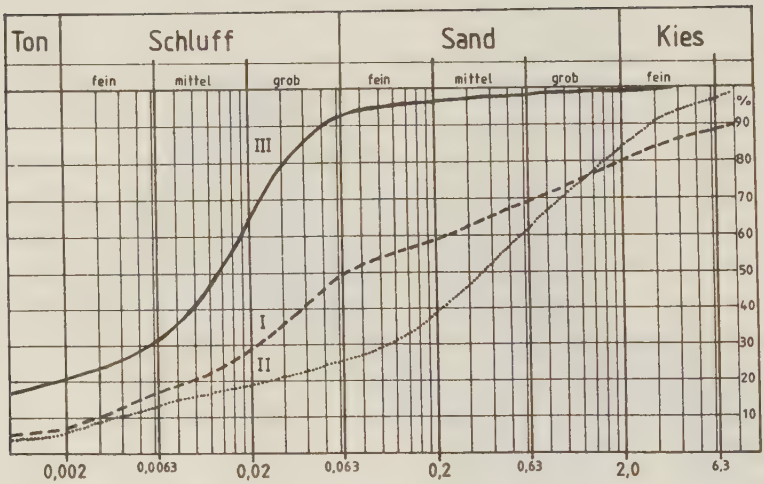

Abb. 37: Kornsummenkurven der spätglazialen Sedimente im Unterlager des Moores von Ruppertsgrün (I = Fließerde, II = Sandlage, III = Ton- bzw. Schluffmudde).

In ähnlicher Position wie das Moor von Ruppertsgrün liegt auch die Häuselloh. Es handelt sich um ein Hangmoor, das eine kleine, nach Westen geöffnete Mulde bedeckt (Abb. 27). Die Entwässerung erfolgt durch den Lausenbach nach Westen. Über den basalen Fließerden ist im Zentralteil der Mulde ein schneller und kleinräumiger Wechsel von schluffig-tonigem Material (Schluff- bzw. Tonmudde in der Feldansprache) und sandigeren Partien zu beobachten (Abb. 42). Die Datierung einer Tonmudde direkt unter den ersten Torflagen ergab ein Alter von 15.41o Jahren vor heute (HV: 14291). Die Fehlergrenze bei dieser Altersbestimmung liegt aber sehr hoch (+ 1.15o, - 1.ooo Jahre). Dennoch belegt dieses Alter einen spätglazialen Ablagerungszeitraum.

Für das Spätglazial ergibt sich im Fall der Häuselloh das folgende Bild. Durch mehrere kleine Bäche, die auch heute noch durch das Moorgebiet fließen, und die Niederschläge bildete sich auf dem unregelmäßigem Relief der Fließerden kleine Wasserflächen, in denen feinkörniges

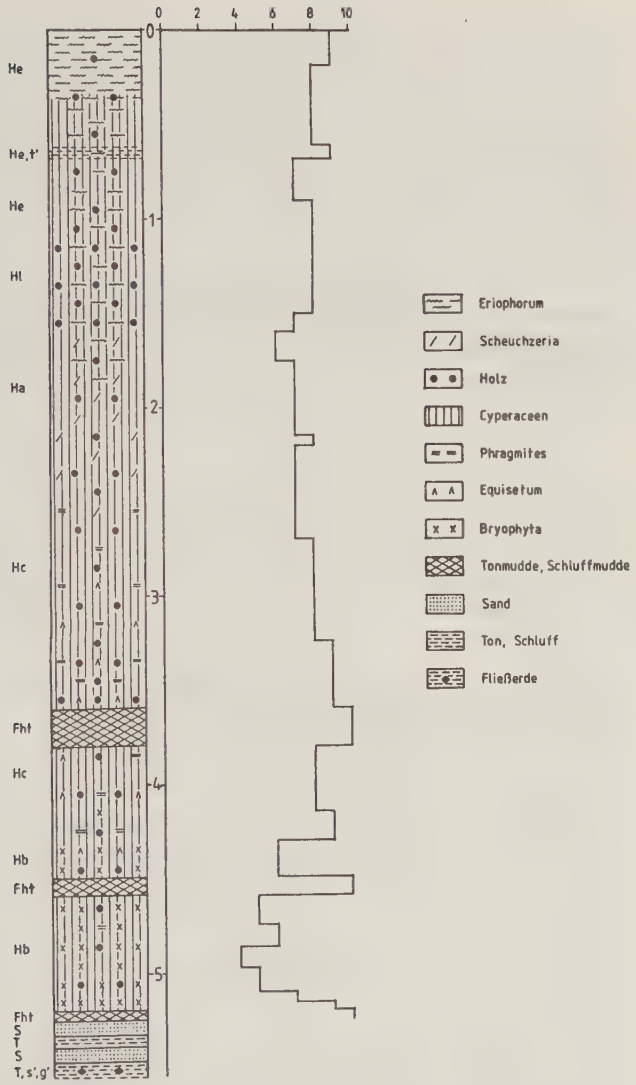

Abb. 38: Stratigraphischer Aufbau und Zersetzungsgrad der Torfschichten in der Häuselloh.

Material zur Ablagerung kam. Verknüpft wurden diese Wasserflächen von einem Netz kleiner und kleinster Wasserläufe. Dieses System unterlag ständiger Veränderung, so daß ein beständiger Wechsel der Sedimentationsbedingungen herrschte. Die ältesten Moorbildungen entstanden dann etwa ab 12.ooo Jahren vor heute. Vom Zentralteil der Mulde griff das Torfwachstum in Folge hangaufwärts auf die Fließerden über.

Im Zentralteil des Moores, soweit er von den Abbaumaßnahmen verschont geblieben ist, stehen heute noch mehr als 5 m Torf an(Abb.38). Die Häuselloh blieb aber durch das einströmende Wasser der Bäche immer ein Niedermoor bzw. entwickelte sich nur bis zum hochmoorähnlichen Übergangsmoor (SCHUCH 1967).

Das einzige Sattelmoor der untersuchten Moore ist die Torflohe. Der Zentralteil des Moores liegt auf der Wasserscheide von Main und Naab. Nach Westen hin geht das Sattelmoor in ein ombro-soligenes Hangmoor über (Abb. 39). Aus den bereits genannten Gründen wird es hier bei den Hängmooren abgehandelt.

Das Unterlager des Moores wird überwiegend von graublauen Fließerden gebildet. Nur am Ostrand stehen tonig-schluffige Sande und sandige Tone an, die stellenweise immer wieder von dünnen Torflagen unterbrochen werden. In diesem Bereich war somit immer wieder Beeinflußung durch kleine Wasserläufe und Bäche gegeben. Hier war auch der Ausgangspunkt der Vermoorung, etwas südlich vom Scheitelpunkt. Die Torfentwicklung schritt dann nach Westen und Norden im Lauf der Zeit fort. Während im Osten noch Niedermoortorfe an der Basis liegen, sind es im Norden und Westen meist Bruchwaldtorfe des Atlantikums bzw. Sphagnumtorfe. In den nördlichen und westlichen Teilen kann von einem wurzelechten Hochmoor gesprochen werden.

Die Fließerden bestehen überwiegend aus granitischem Verwitterungsmaterial. Vereinzelt enthalten sie auch Reste von Gneisen, die von Osten, vom Seehügel, in die Einmuldung gelangt sind. Wie in den meisten anderen Mooren schalten sich gelegentlich geringmächtige, meist mit bräunlichen Farbtönen versehene Tonmudden zwischen Fließerde und Torf ein

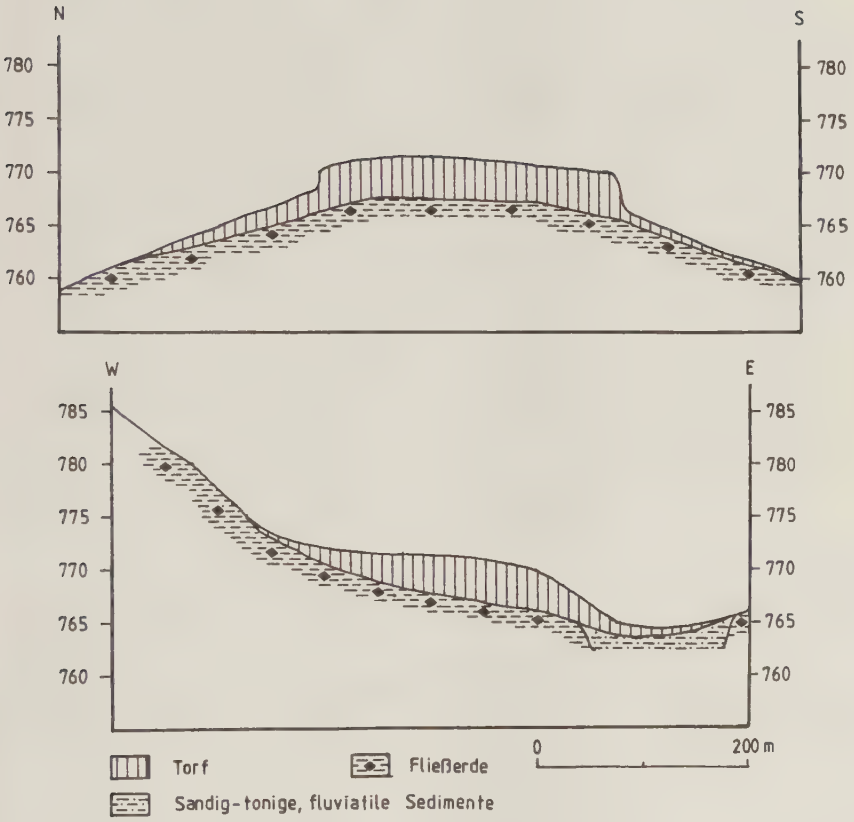

Abb. 39: Profile durch die Torflohe (1o-fach überhöht).

Die Torfmächtigkeit beträgt in der Torflohe im Zentral- und Südostteil noch knapp über 5 m. Der Großteil sind ombrogene Sphagnum-Torfe (Abb. 4o). Auf Quellen im Moorgebiet deutet der starke Abfluß sowohl nach Norden als auch nach Süden hin. In unmittelbarer Nähe befindet sich auch der gefaßte Jean-Paul-Brunnen.

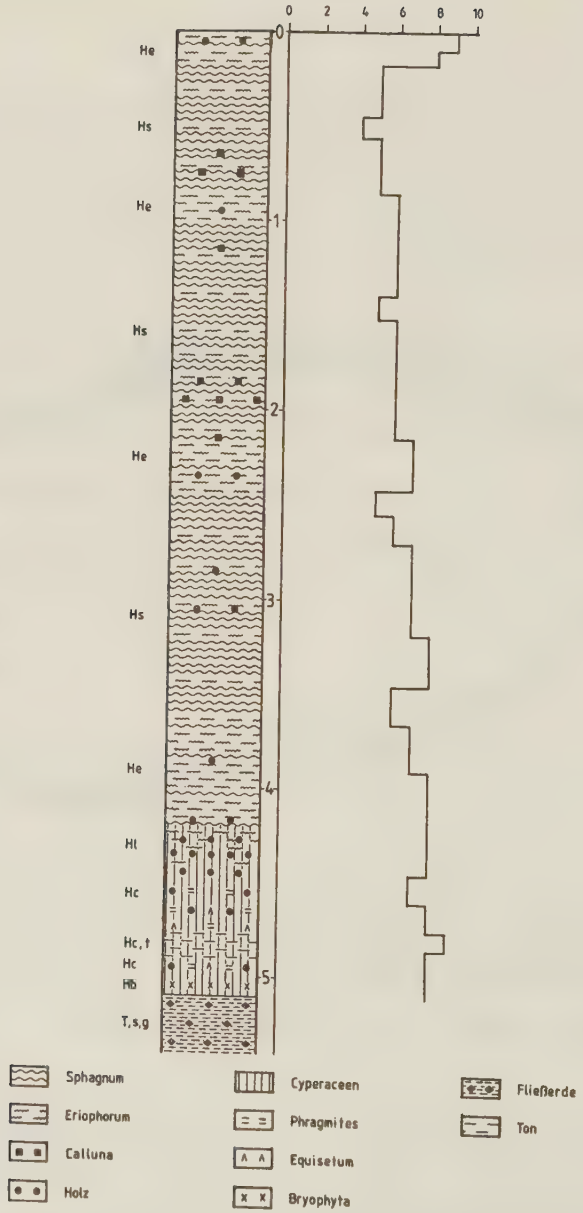

Abb. 4o: Stratigraphischer Aufbau und Zersetzungsgrad der Torfschichten in der Torflohe.

3.2. Stratigraphische Abfolge der Torfschichten

3.2.1. Überblick

Die Menge und Art der im Wasser gelösten Stoffe sind maßgebend für die Ausbildung bestimmter Moortypen und der die Moore aufbauenden Torfarten. Auf Grund der hydrologischen Voraussetzungen ging die Entwicklung vieler Moore in den nordostbayerischen Mittelgebirgen nicht über das Stadium der Nieder- bzw. Übergangsmoore hinaus. Nur wenige der untersuchten Moore haben im Top echte Hochmoortorfe (Sphagnum-Torfe, Eriophorum-Torfe) von nennenswerter Mächtigkeit (z.B. Torflohe, Ruppertsgrün, Mühlbacher Wald, Hahnenfilz, Voitsumra, Oberlind). Eine große Zahl der Moore des Frankenwalds und Fichtelgebirges kann man zu den Übergangsmooren rechnen. Vor allem bei den Hangmooren ist immer wieder der Einfluß nährstoffreicheren Oberflächenwassers gegeben, so daß das Pflanzenspektrum hier nicht ausschließlich von ombrotrophen Arten bestimmt wird. Trotz der unterschiedlichen topographischen und hydrologischen Voraussetzung zeigt sich dennoch eine gewiße Übereinstimmung im Schichtaufbau der Torfe.

Gute Parallelisierungsmöglichkeiten ergeben sich speziell für die Moore im Fichtelgebirge, da hier vielerorts noch das vollständige Profil vorhanden ist. Zur Typisierung eignen sich besonders die Moore bei Rupertsgrün, in der Mühlbacher Waldung, die Häuselloh und die Torflohe mit Mächtigkeiten von 3 bis 5 m. Die hier erkennbare stratigraphische Abfolge läßt sich mit leichten Modifikationen auf die meisten anderen Moore übertragen.

Erleichtert wird die Parallelisierung in den Fichtelgebirgsmooren durch zwei Horizonte, die jeweils zur gleichen Zeit in den Mooren entstanden. Als augenfälligster Horizont ist eine Bruchwaldtorflage zu nennen, die in fast allen Bohrungen und Stichwänden zu erkennen ist. Frühere Datierungen (FIRBAS 1952, FIRBAS & ROCHOW 1956, BEUG 1957, FIRBAS et al. 1958) und eigene Werte stellen diesen Horizont ins Atlantikum (8.2oo - 4.45o Jahre vor heute). Als zweiter, überregionaler Horizont tritt in der Nähe der Torfbasis eine stark minerogene Lage auf (Abb. 41). Sie ist in den Bohr-

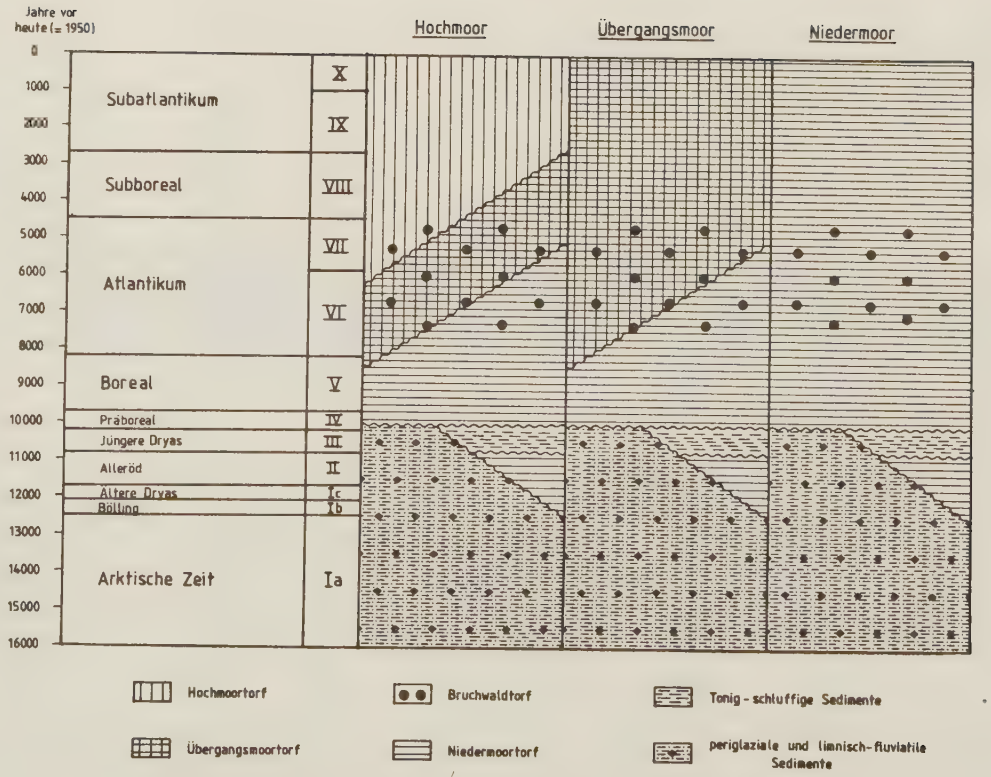

Abb. 41: Schematisierte Entwicklung und stratigraphischer Aufbau der nordostbayerischen Mittelgebirgsmoore

kernen deutlich erkennbar und zeigt sich auch besonders gut bei den Ascheanalysen. Am mächtigsten ist diese Lage in der Häuselloh ausgebildet, wo die Sedimentation in mehreren Phasen erfolgte, unterbrochen von Torfbildungen (Abb. 42). Die altersmäßige Datierung anhand der ^{14}C-Methode ergab die Zeit der Jüngeren Dryas und des Präboreals (1o.95o - 9.85o Jahre vor heute).

Mit diesen beiden prägnanten Lagen als Leithorizonten ergibt sich vom Liegenden zum Hangenden folgender prinzipieller Schichtenaufbau (Abb. 41). Die Torfbildung setzte in spätglazialer Zeit mit geringmächtigen Braunmoostorfen ein. In der Jüngeren Dryas und z.T. noch im Präboreal kam in vielen Mooren schluffig-toniges Material zur Ablagerung. Im Verlauf des Präboreals, mit dem Beginn der endgültigen Erwärmung, begann dann die großflächige Vermoorung mit Seggentorfen. Die ersten Übergangsmoortorfe lassen sich auf die Wende Boreal/Atlantikum datieren. Es sind meist Seggentorfe mit einem deutlichen Anteil an Wollgras und/oder Scheuchzeria palustris. Im Atlantikum kam es zur Ausbildung des oben genannten Bruchwaldtorfhorizonts. Hochmoortorfe setzten in den Mooren, die sich bis ins Hochmoorstadium entwickeln konnten, im Anschluß an die Bruchwaldtorfe ein. Nur in Mooren, die häufiger Überschwemmungen durch Bäche ausgesetzt waren, ist ein Abweichen von diesem Schema festzustellen. So liegen im Moor von Oberteich über Sphagnum-Carex-Torfen (Übergangsmoortorfe) wieder reine Carex-Torfe (Niedermoortorfe) (Abb. 9). Auch im Moor von Oberlind werden Wollgrastorfe von Braunmoos- und Carex-Torfen sowie einer dünnen Tonmuddeschicht überlagert (Abb. 26).

3.2.2. Braunmoostorfe

Die ältesten, auftretenden Torfe sind spätglaziale Braunmoostorfe. Sie sind meist nur punktuell an der Basis der Moore anzutreffen (Abb. 13, 22, 26, 38, 4o). Altersdatierungen dieser Torfe aus dem Moor bei Oberlind ergaben ein Alter von 12.78o $\pm$ 365 Jahre vor heute (HV 12499), aus der Häuselloh von 11.925 $\pm$ 43o (HV 1249o) und 11.o8o $\pm$ 385 Jahre vor heute (HV 12489). Sie sind vor allem für die spätglazialen Thermomere Bölling und Alleröd die bestimmende Torfart.

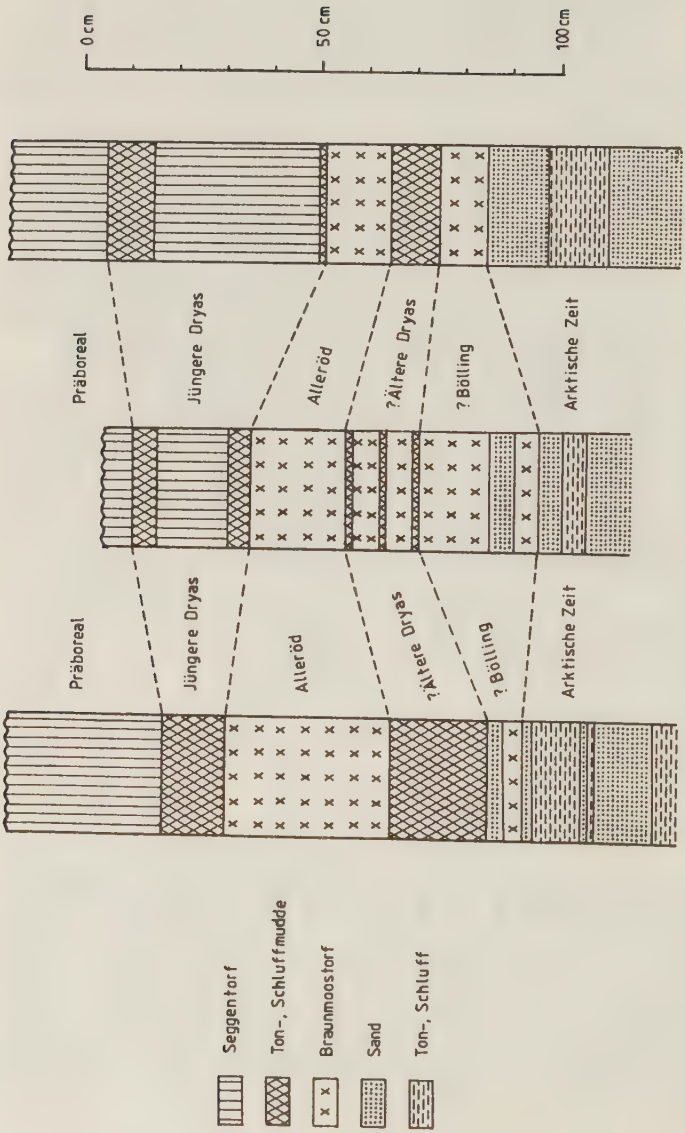

Abb. 42: Basaler Teil von drei Bohrprofilen aus dem Zentralteil der Häuselloh.

Im Gelände sind die Braunmoostorfe leicht an den sie aufbauenden Laubmoosen zu erkennen. Typisch sind die gelblich-bräunlichen Farbtöne. Neben den Laubmoosen (überwiegend Hypnum-, Drepanocladus- und Calliergon-Arten) enthalten sie reichlich Reste von Cyperaceen, Schachtelhalm und Holzgewächsen (Birke, Weide).

Am deutlichsten sind diese spätglazialen Torfe in der Häuselloh ausgebildet, wo sie stellenweise knapp einen Meter Mächtigkeit erreichen können. Durchsetzt werden sie hier in unregelmäßiger Folge von sandigen und tonigschluffigen Einschwemmungen (Abb. 42). Die dominierende Moosart ist in der Häuselloh Hypnum cupressiforme. Untergeordnet tritt auch Drepanocladus fluitans und Polytrichum commune auf.

3.2.3. Schluffig-tonige Sedimente der Jüngeren Dryas

Im untersten Teil der Niedermoortorfe, häufig am Übergang von Braunmoostorfen zu Seggentorfen, enthalten die meisten Fichtelgebirgsmoore einen deutlich minerogenen Horizont (Abb. 13, 36, 38, 4o). Dieser Horizont kann den Charakter einer Ton- oder Schluffmudde annehmen (Rupertsgrün, Häuselloh). Die meist bräunlichen Sedimente sind überaus feinkörnig und enthalten eine geringe Anzahl an Kieselalgen. Vielfach deutet sich diese Lage aber auch nur durch einen markanten Anstieg des Aschegehalts an (z.B. Torflohe, Abb. 4o, 47).

Die Altersdatierungen ergaben für Ruppertsgrün 1o.6o5 $\pm$ 26o Jahre vor heute (HV 12495). In der Häuselloh lassen sich mehrere Phasen der Sedimentation unterscheiden (Abb. 42). Hier wurde für die oberste Lage ein Alter von 9.9oo $\pm$ 345 Jahre vor heute ermittelt (HV 12488). Im Moor im Mühlbacher Wald wurde eine Torflage direkt über der minerogenen Schicht auf 9.91o $\pm$ 565 Jahre vor heute (HV 12497) datiert. Die Ursache dieses Anstiegs der mineralischen Stoffe in den Torfen steht in Zusammenhang mit dem starken Klimarückschlag der Jüngeren Dryas (ca. 11.ooo bis 1o.2oo vor heute). Im Verlauf dieses Kryomers (LÜTTIG 1965) erlitt die Vegetation einen deutlichen Rückschlag. Es kam zu vermehrter Erosion und Bodenabtragung und in Folge zu erhöhter Einschwemmung mineralischer Be-

standteile in die Moore. In der Häuselloh könnte sich dieser Vorgang noch während des Präboreals fortgesetzt haben. Nach den Untersuchungen von KLIEWE (1978) erfolgte innerhalb des Präboreals ein weiterer Klimarückschlag ("Jüngste Dryas-Zeit", IV b), der sich stellenweise in der obersten tonig-schluffigen Lage der Häuselloh wiederspiegeln dürfte. Für die Wiedergabe dieser kleinen Kaltzeit, die sonst weithin nicht beobachtbar ist, eignet sich aus klimatischen Gründen natürlich das höhere Mittelgebirge ausgezeichnet.

3.2.4. Seggentorfe

Als Seggentorfe werden Torfe bezeichnet, in denen überwiegend Reste feiner Wurzeln (Radizellen) erhalten geblieben sind, die aber keiner bestimmten Pflanzenart zugeordnet werden können. Die Wahrscheinlichkeit ist jedoch sehr groß, daß analog den rezenten Niedermoorstandorten Seggenarten (Carex sp.) die bestimmenden Elemente der Pflanzengesellschaft waren.

Überall, wo Braunmoostorfe fehlen, bilden Seggentorfe die untersten Lagen. Ihr Wachstum setzte schon in spätglazialer Zeit ein. In der Torflohe konnten basale Seggentorfe auf 12.34o Jahre vor heute datiert werden (HV 12485). Gewiße Abstriche an diesem Wert machen allerdings die sehr hohen Fehlergrenzen (+ 1.565, - 1.31o Jahre). Zur vollen Entwicklung kam der sedentäre Prozeß der Seggentorfbildung aber erst im Präboreal und Boreal. Bis zum Ende des Boreals (ca. 9.7oo - 8.2oo Jahre vor heute) sind diese Torfe die typischen Ablagerungen in den Mooren. Erst im Anschluß an das Boreal erfolgte je nach Nährstoffangebot eine Aufspaltung der Moorentwicklung. Bereiche unter Einfluß nährstoffreicheren Wassers blieben bis in die heutige Zeit Niedermoorstandorte, Bereiche mit oligotrophen Bedingungen entwickelten sich weiter zu Übergangs- bzw. Hochmooren.

Entsprechend den eutrophen Verhältnissen in den Niedermooren ist das Spektrum der den Torf aufbauenden Pflanzenreste relativ reichhaltig. Neben den Rhizomen und Radizellen der Carex-Arten treten häufig ihre Früchte auf. Vor allem Carex rostrata, Carex vesicaria und Carex nigra sind hier zu nennen. Vereinzelt konnten auch Samen von Carex canescens und

Carex pauciflora bestimmt werden. Regelmäßig verknüpft mit den Seggenarten ist das Auftreten von Schachtelhalmresten (Equisetum sp.). An der Basis der Moore werden die schwarzen Rhizome, die häufig von diesen Pflanzen erhalten bleiben, zu den makroskopisch bestimmenden Merkmalen. Sehr oft sind auch die breiten, gelblichen Rhizome des Schilfs (Phragmites communis) anzutreffen, ohne daß es aber zur Ausbildung von typischen Schilftorflagen kommt. Ein weiterer, charakteristischer Pflanzenrest für die Seggentorfe ist der Samen des Fieberklees (Menyanthes trifoliata), der meist schon makroskopisch eindeutig angesprochen werden kann. Gelegentlich schalten sich dünne Lagen mit Laubmoosen (Sphagnen der Sektionen subsekunda und squarrosa, Polytrichum-Arten, Drepanocladus-Arten) ein. Regelmäßig kamen auch Bestandteile holziger Pflanzen zur Ablagerung, ohne allerdings über größere Strecken parallelisierbare Bruchwaldtorflagen zu bilden. Neben einer großen Zahl an Wurzel und Stammresten finden sich gelegentlich auch Blätter (Weide, Birke) oder Nadeln (Kiefer). Bei Erhaltung der Rinde ist häufig eine Zuordnung der Holzreste zu einzelnen Baumarten möglich. Überwiegend handelt es sich bei den Holzresten in den Seggentorfen um Weiden (Salix sp.) und Birken (Betula sp.). Dem gegenüber treten Erlen (Alnus glutinosa), Fichten (Picea sp.) und Kiefern (Pinus sp.) deutlich zurück. Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigte sich, daß vor allem die Samen und Fruchtschuppen der Birken häufig in den Torfen erhalten bleiben. Nachgewiesen werden konnten sowohl Betula pubescens als auch Betula verrucosa.

3.2.5. Carex-Eriophorum-Scheuchzeria-Torfe

Zum Hangenden hin schalten sich in die reinen Niedermoortorfe Pflanzen oligotropher Standorte ein (Eriophorum-Arten, Scheuchzeria palustris) bei gleichzeitigem Verschwinden typisch eutropher Arten wie Phragmites communis oder Equisetum sp. Dieser Übergang ist fließend und innerhalb der einzelnen Moore nicht einheitlich oder zeitgleich. Diese Torfe, die sowohl Reste eutropher Pflanzen (überwiegend Carex-Arten) als auch solche von Pflanzen mit oligotrophen Ansprüchen führen, werden als Übergangsmoortorfe bezeichnet. Das früheste Einsetzen dieser Torfe erfolgt etwa an der Wende Boreal/Atlantikum. Beim massiven Auftreten von Wollgras (Eriophorum sp.) oder der Blasenbinse (Scheuchzeria palustris) wurde dort die

Grenze zum Hochmoortorf gezogen, wo keinerlei Reste von eutrophen Pflanzen in den Torfen zu finden waren.

Die größte Mächtigkeit an Übergangsmoortorfen hat die Häuselloh. Die obersten 2,5o m bestehen aus diesen Torfen (Abb. 38). Auf die Seggentorfe folgen hier etwa 1 m Scheuchzeria-Carex-Torfe, in die sich nach oben hin immer mehr Wollgrasreste einschalten. Unterbrochen wird die Folge von einem Bruchwaldtorfhorizont. Darüber liegen Wollgrastorfe, die aber zu einem festen Anteil noch Seggenreste enthalten. Dieses lange Verharren im Übergangsmoorstadium ist auf die ständige Zufuhr von Nährstoffen durch das Wasser von den umgebenden Höhen und mehrere kleine Bäche zurückzuführen.

Makroskopisch und mikroskopisch sind die Stengel- und Rhizomreste von Eriophorum sp. und Scheuchzeria palustris gute Merkmale für die Ansprache dieser Torfe. Sehr häufig sind auch die Samen von Eriophorum-Arten. Neben den schon genannten Seggen schalten sich auch immer wieder Reste von Holzpflanzen ein. Die überwiegende Anzahl der bestimmbaren Holzstücke sind Birkenreste.

3.2.6. Bruchwaldtorfe

Obwohl Bruchwaldtorfe auch in Niedermooren vorkommen, sollen sie hier zu den Übergangsmoortorfen gestellt werden. Grund für diese Stellung ist das Auftreten eines gut verfolgbaren Holzhorizonts innerhalb oder an der Basis der Carex-Eriophorum-Scheuchzeria-Torfe. Dieser bis zu 1 m mächtige Horizont besteht zu großen Teilen aus Kiefern. Untergeordnet treten aber auch Birken und Fichten auf. Sowohl Wurzelstöcke als auch Stammholz kommen vor. Vergesellschaftet sind die Holzreste mit Seggen, Wollgras, Blasenbinse und Laubmoosen. Der Anteil des Holzes kann stark schwanken, dennoch ist eine klare Abgliederung nach oben und unten möglich.

Für die Altersdatierung wurde in drei Mooren die Torflage direkt über den Bruchwaldtorfen beprobt. Dabei ergaben sich die folgenden Alter.

Die Proben aus der Häuselloh (5.985 ± 16o Jahre vor heute, HV 12486) und aus der Torflohe (5.86o ± 65 Jahre vor heute, HV 12484) ergaben als Ende der Bruchwaldtorfbildung an diesen Stellen das Mittlere Atlantikum. In Ruppertsgrün wurde hierfür 4.485 ± 65 Jahre vor heute ermittelt, ein Zeitraum, der etwa mit der Wende Atlantikum/Subboreal zusammenfällt. Zusammen mit den älteren Datierungen (FIRBAS et al. 1958) und den Pollenanalysen (FIRBAS 1949, 1952, FIRBAS & ROCHOW 1956, BEUG 1957) läßt sich somit sagen, daß die Bruchwaldbildung in den nordostbayerischen Mittelgebirgen während des gesamten Atlantikums erfolgt ist, wobei Anfang und Ende auch innerhalb eines Moores starken Schwankungen unterworfen waren.

In den Bruchwaldtorfen der Häuselloh und des Moores in der Mühlbacher Waldung wurde je eine Eichel der Stiel-Eiche (Quercus robur) gefunden, in der Mühlbacher Waldung zusätzlich auch eine Haselnuß (Corylus avellana). Da es sonst keinerlei Anzeichen für ein Vorkommen dieser Arten im Moorgebiet gibt, dürfte ein Einschleppen durch Tiere aus den umgebenden Bereichen wahrscheinlich sein.

Als Besonderheit wird von vielen älteren Autoren (SCHMIDT,F. 1862, SCHMIDT, A. 1895) das Vorkommen von Fichtelit beschrieben. Besonders im Zeitelmoos soll dieses organogene Moormineral häufig in den Bruchwaldtorfen vorgekommen sein. Fichtelit besteht aus kristallisiertem Harz von Koniferen (GROSSE-BRAUCKMANN 198o).

3.2.7. Wollgrastorfe

Echte Hochmoortorfe finden sich meist nur als geringmächtige Lagen im Top einzelner Moore. Zu oft wurde die Mehrzahl der Moore immer wieder durch nährstoffreicheres Wasser beeinflußt, so daß sich keine echten Hochmoorbedingungen einstellen konnten. Zu den Hochmoortorfen werden Wollgrastorfe gezählt, die neben Eriophorum sp. nur noch Reste von oligotrophen Pflanzen beinhalten. Bei gleichzeitiger Anwesenheit von Pflanzen die als Mineralbodenwasserzeiger im Sinne von DU RIETZ (1954) angesehen werden können, erfolgte die Einstufung in die Kategorie Carex-Eriophorum-Scheuzeria-Torfe der Übergangsmoore.

Vom Jüngeren Atlantikum ab werden einzelne Teile der Moore vom vermehrten Auftreten von Wollgras (Eriophorum sp.) geprägt. In manchen Torfen aus dieser Zeit sind das die einzigen erhalten gebliebenen Pflanzenreste. Normalerweise enthalten diese faserigen, im Gelände leicht ansprechbaren Torfe auch Reste von Heidekraut (Calluna vulgaris). Besonders in der Torflohe sind Heidekrautreste sehr häufig und belegen hier im Anschluß an die Bruchwaldtorfbildung relativ trockene, nährstoffarme Bedingungen. Holzreste von Koniferen und Sphagnum-Reste finden sich meist nur sehr untergeordnet oder in einzelnen dünnen Lagen angereichert.

Neben den faserigen Bestandteilen des Wollgrases ist bei der mikroskopischen Untersuchung dieser Torfe das vielfache Auftreten von Eriophorum-Samen typisch. Eine Zuordnung sowohl der Stengel- und Rhizomreste als auch der Samen zu bestimmten Eriophorum-Arten ist nur bedingt möglich. Anzunehmen ist aber, daß es sich weitestgehend um Eriophorum vaginatum und Eriophorum angustifolium handelt. Diese beiden Arten sind auch heute noch bestimmende Moorpflanzen in den nordostbayerischen Mittelgebirgen.

Meist bilden die Wollgrastorfe eine bis zu 5o cm mächtige Schicht (Abb. 3o). Nach oben hin schalten sich dann vermehrt Sphagnum-Arten ein. Wo diese Moosreste zum dominierenden Bestandteil geworden sind, wurde die Grenze zu den Sphagnum-Torfen gezogen. In den Mooren mit mächtigeren Hochmoortorflagen ist ein mehrmaliger Wechsel zwischen Wollgrastorfen und Sphagnum-Torfen zu beobachten (Abb. 4o, 43). Einzelne Lagen sind aber nur über wenige Meter zu verfolgen.

3.2.8. Sphagnum-Torfe

Sphagnum-Torfe spielen insgesamt in den untersuchten Mooren nur eine untergeordnete Rolle. Nur selten erreichen sie nennenswerte Mächtigkeiten. Am mächtigsten werden sie in der Torflohe mit fast 4 m (Abb.4o). Hier ist das einzige Vorkommen, das als Lagerstätte für Sphagnum-Torf infrage kommt. Beachtlich ist auch noch die Mächtigkeit im Moor bei Ruppertsgrün (Abb. 36) mit etwa 1,5o m im Zentralteil und im Moor in

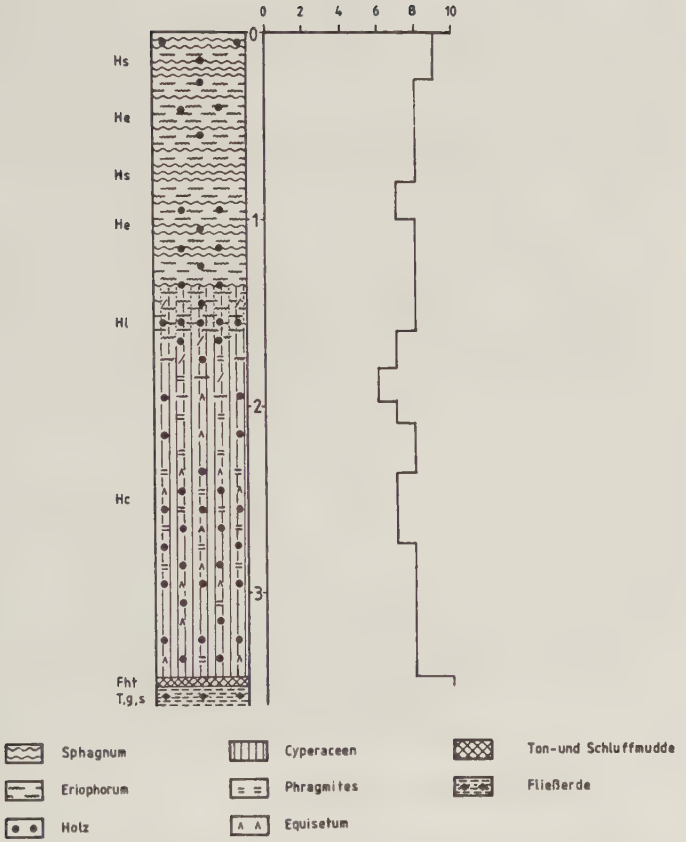

Abb. 43: Stratigraphischer Aufbau und Zersetzungsgrad der Torfschichten im Moor in der Mühlbacher Waldung.

der Mühlbacher Waldung (Abb. 43) mit etwa 1 m. Wie schon oben erwähnt, werden die Sphagnum-Torfe aber immer wieder von Wollgrastorflagen unterbrochen. In der Mehrzahl der Moore sind meist nur dünnere Lagen mit Torfmoosen in die Wollgrastorfe eingelagert.

Auch die Sphagnum-Torfe sind in der Regel stark zersetzt (Zersetzungsgrad mehr als 5). Nur in der Torfloh gibt es einzelne Lagen, in denen der Zersetzungsgrad Werte unter 6 erreicht (Abb. 4o). Nur in diesen wenigen Passagen ist eine Unterteilung der Torfe in Sphagnum cymbifolium-Torf oder Sphagnum acutifolium-Torf möglich. Torfe die sich überwiegend aus Sphagnen der Sektion cuspidata aufbauen, wurden nirgends im Gelände angetroffen.

Schon bei der Ansprache im Gelände zeigte sich, daß die überwiegende Zahl der Torfmoose zur Sektion cymbifolia zu zählen ist. Moose der Sektion acutifolia sind zwar regelmäßig vertreten, spielen aber nur eine untergeordnete Rolle oder bilden nur ganz dünne Lagen. Meist sind vor allem die Laubmoosstengel erhalten geblieben. Blätter der Moospflänzchen sind dann erst bei der mikroskopischen Untersuchung auffindbar und verhältnismäßig selten. Daneben sind Reste von Sphagnum-Sporogonen regelmäßig vorhanden. Die Mehrzahl der bestimmbaren Reste der Sphagnum-Torfe gehört zu Sphagnum magellanicum.

Vergesellschaftet sind die Moose in den Hochmoortorfen mit Eriophorum-Arten. Gelegentlich sind auch Stengelteile von Heidekraut (Calluna vulgaris) angereichert. Typisch für die nordostbayerischen Mittelgebirge sind vereinzelte Reste von Koniferen in den Sphagnum-Torfen, ohne daß die Holzreste aber verfolgbare Lagen innerhalb der Moore bilden können.

3.2.9. Mineralische Bedeckung der Moore

Weite Bereiche der Moore weisen durch anthropogene Einwirkung eine dünne Bedeckung mit mineralischen Bestandteilen auf. Diese Bedeckung diente oft zur Befestigung von Zufahrtswegen zu alten Torfabbaugebieten oder zur Verbesserung der land- und forstwirtschaftlichen Nutzbarkeit. Dabei wurden vom Sand über Steine bis hin zum Bauschutt Materialien unterschiedlichster Zusammensetzung verwendet. Diese Tätigkeit setzt sich auch in heutiger Zeit fort, obwohl eine Einbringung von Schutt und Müll in Feuchtgebiete nach dem Bayerischen Naturschutzgesetz verboten ist.

Ein besonders abschreckendes Beispiel ist das Eisenmoor bei Bad Steben, wo ein geteerter und gepflasterter Weg durch das Moorgebiet an einem Schuttabladeplatz endet.

Eine wesentlich ältere anthropogene Beeinflußung ist in der Nordostecke der Torfloh erkennbar. Auf Hochmoortorfen liegen ca. 5 cm weiße und gelbliche Tone mit Pflanzenresten und Diatomeen. Darüber folgen 5o - 6o cm braune und hellgraue Sande (Abb. 44). Die Sande sind relativ schlecht sortiert. Der Kiesanteil ist nur sehr gering (Abb. 45). Am Nordostrand des Moores beenden diese Schichten das Moorwachstum. Nach Westen und Süden keilen die Sande aus, und es bleibt nur eine dünne, rötlich-braune Tonlage innerhalb der obersten 2o cm des Moores (Abb. 44).

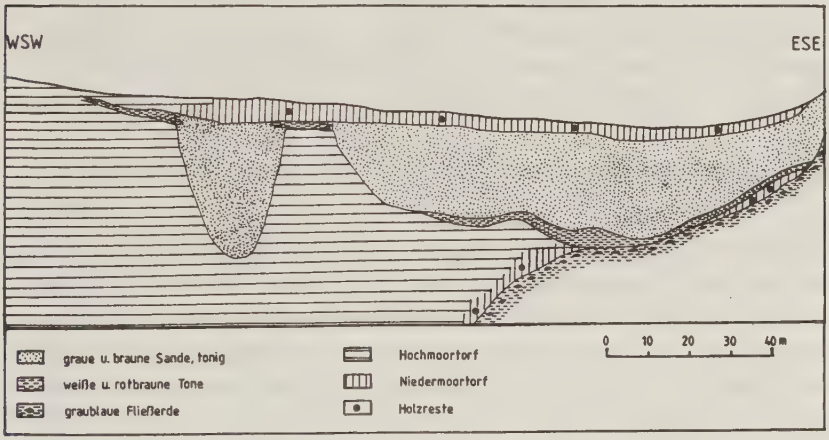

Abb. 44: Profil durch den Nordostrand der Torfloh (3o-fach überhöht).

In unmittelbarer Umgebung wurden schon im Mittelalter Zinnseifen abgebaut. In der Nähe des Rastplatzes an der B 3o3 deuten viele Halden noch auf diesen alten Bergbau hin, der bis zu Beginn des 19. Jahrhunderts betrieben wurde (SCHMIDT, A. 19o7). Der vom Seehaus herabkommende, kleine Bach lieferte dabei das Wasser für die Zinnwäschereien. Er trifft etwa am Scheitelpunkt des Sattelmoores auf die Torflohe. Dicht an der B 3o3 ist auch heute noch das Bett eines kleinen Wasserlaufs zu erkennen. Die

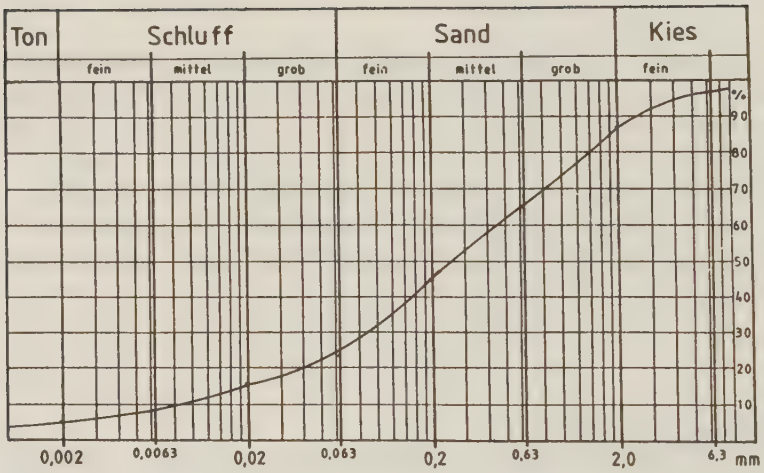

Abb. 45: Kornsummenkurve der Sande, die im Nordostteil der Torflohe auf den Hochmoortorfen liegen.

Sande und Tone auf dem Hochmoor sind als Abfallprodukte der Zinngewinnung zu betrachten, die von diesem kleinen Wasserlauf auf das Moor geschwemmt wurden. Ursprünglich entwässerte dieser Bach zum Weißen Main nach Norden. Er wurde aber im 18. Jahrhundert für die Wasserversorgung der Hütten in Fichtelberg über das Moorgebiet zur Naab nach Süden durch einen Graben abgeleitet (SCHERBER 1811).

Dieser Wasserlauf im Scheitelpunkt des Moores dürfte in geschichtlicher Zeit zu einer offenen Wasserfläche auf dem Moor geführt haben, wie die tonigen Ablagerungen mit Diatomeen und Pflanzenresten beweisen. Hier könnte auch der Kern der Erzählungen vom Fichtelsee liegen, der auf der Wasserscheide zwischen Main und Naab gelegen haben soll. Die Verbreitung der tonig-sandigen Schichten im Moorgebiet der Torflohe zeigt Abb. 46.

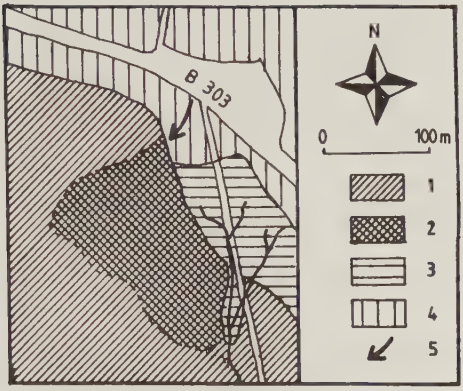

Abb. 46: Verbreitung der sandig-tonigen Ablagerungen im Nordostbereich der Torflohe (1 = Torf, 2 = Sandig-toniges Material, 3 = Wechsellagerung von Sanden, Tonen und Torfen, 4 = Fließerde, 5 = Bachbett und Fließrichtung des ehemaligen Wasserlaufs der Zinnwäscherei)

Aus den Torfen unterhalb der weiß-gelblichen Tone wurde eine Probe zur Altersdatierung entnommen. Sie lieferte 1155 $\pm$ 15o Jahre vor heute, also 795 n.Chr.(HV 12482). Dieses Alter ist für den Zeitpunkt der Sedimentation der Tone sicherlich etwas zu hoch. Durch die Kompaktion der Torfe bedingt durch die aufliegenden Tone und Sande sowie den Umfang der Probe (5 cm) dürfte diese einen Zeitraum von mehreren hundert Jahren überdecken und so ein zu hohes Mischalter anzeigen. Der Beginn des Zinnbergbaus im Fichtelgebirge ist nicht genau festlegbar. Doch ist er im 15. Jahrhundert schon soweit gediehen, daß er von KEMNATH (1476) an dieser Stelle erwähnt wird. Zumindest 1421 wurde schon ein Zinnabbau in der Gegend der Torflohe von den Herren von Waldenfels betrieben (SCHERBER 1811).

3.3. Rezente Vegetation

Bei den Geländebegehungen zeigte sich, daß zwischen den abgetorften und den erhalten gebliebenen Moorteilen ein starker Unterschied in der rezenten Vegetation vorhanden ist. Typische Pflanzen der Feuchtbiotope siedeln fast ausschließlich in den wiedervernäßten Torfstichen. Auf den heute noch bis zu 5 m mächtigen Torfschichten dagegen haben viele moortypische Pflanzen einen Standort gefunden. Von der ursprünglichen Vegetation ist hier kaum etwas erhalten geblieben.

3.3.1. Vegetation der nicht abgetorften Moorteile

Durch die seit Jahrhunderten vorgenommene Kultivierung und Nutzung der Moore erfolgte eine starke Entwässerung. In vielen Fällen führte das dazu, daß die ursprüngliche Vegetation, wie sie sich in den Torfen dokumentiert, vollständig verloren ging. Heute wird die Pflanzendecke von sogenannten Austrocknungsanzeigern wie Kleinsträuchern (Vaccinium myrtillus, Vaccinium vitis idaea, Calluna vulgaris), Fichten, Kiefern (Pinus silvestris, Pinus montana) und Birken geprägt. Sehr oft wurden von Seiten der Forstverwaltung monotone Fichtenkulturen auf die entwässerten Moore gepflanzt (z.B. Sulzschlag). Vereinzelt tritt auf den stark saueren Böden der Siebenstern (Trientalis europaea), das Wahrzeichen des Fichtelgebirges, auf (z.B. Ruppertsgrün, Voitsumra).

Nur bei unvollständiger Entwässerung, speziell bei noch größeren zusammenhängenden Torfkomplexen, entwickelt sich eine Mischflora zwischen ursprünglichen Moorpflanzen und den oben genannten Austrocknungsanzeigern. Vereinzelt kommen so noch vor: Sphagnum magellanicum, Sphagnum recurvum, Sphagnum fuscum, Sphagnum cuspidatum, Moosbeere (Oxycoccus palustris), Rosmarinheide (Andromeda polifolia), Krähenbeere (Empetrum nigrum), Rauschbeere (Vaccinium uliginosum), Schmalblättriges Wollgras (Eriophorum angustifolium), Scheidiges Wollgras (Eriophorum vaginatum). Speziell in den großen Naturschutzgebieten Torflohe und Häuselloh ist bei genügendem Abstand von Stichwänden und Entwässerungsgräben noch eine reichhaltige Moorvegetation zu beobachten. Eine wichtige Rolle für die Erhaltung

der Moore in ihrer jetzigen, ausgetrockneten Form bilden die Bestände an Bergkiefern (Pinus montana), die sich hier häufig auf den nährstoffarmen und sauren Böden angsiedelt haben. Größere Bestände sind in der Torflohe und der Häuselloh anzutreffen. Aber auch in den kleineren Mooren ist die Bergkiefer häufig vertreten (z.B. Voitsumra). Sie kommt sowohl als aufrechter Baum mit Höhen bis etwa 15 m als auch als Latsche vor.

Keines der untersuchten Moore zeigt in den erhalten gebliebenen Teilen noch Moorwachstum. Allenfalls bei der Torflohe und der Häuselloh kann man in den von Entwässerungsmaßnahmen entfernteren Teilen von Stillstandskomplexen sprechen. Die überwiegende Zahl der Moore wird von erosiven Vorgängen (Austrocknung, Setzung, Ausblasung, Abschwemmung, Massenverluste durch Oxidation und Bodenorganismen) geprägt.

3.3.2. Vegetation der abgetorften Moorteile

Soweit die Entwässerung nicht zur vollständigen Trockenlegung der alten Torfstichgebiete geführt hat und keine land- oder forstwirtschaftliche Nutzung im Anschluß an den Torfabbau erfolgte, ist eine Wiedervernässung der Torfstiche zu beobachten. Je nach Nährstoffangebot kommt es in diesen Moorteilen zu den unterschiedlichsten Pflanzengesellschaften. In der Mehrzahl der Fälle hat sich eine Pflanzenassoziation mit überwiegend Niedermoorcharakter eingestellt, speziell dort, wo bis auf den mineralischen Untergrund abgetorft wurde oder wo nur noch eine geringe Torfauflage verblieben war. In einzelnen Teilen sind aber auch schon wieder hochmoorähnliche oder hochmoornahe Bildungen mit Sphagnum-Rasen, Eriophorum vaginatum und Moosbeere zu beobachten (z.B. Selber Vorwerk, Mühlbacher Waldung, Voitsumra, Torfstiche). In diesen wiedervernäßten Bereichen ist vielfältiges, meist kleinräumiges, echtes Moorwachstum anzutreffen.

In den Teilen mit Niedermoorcharakter findet man häufig: Equisetum palustris, Comarum palustre, Potentilla erecta, Viola palustris, Menyanthes trifoliata, Molinia coerulea, Juncus squarrosus, Juncus filiformis, Rumex-Arten, Salix-Arten, Carex vesicaria, Carex rostrata, Carex canescens, Carex limosa, Alnus glutinosa, Rhamnus frangula, Betula pupescens, Betula

verrucosa, Phragmites communis, Parnassia palustris, Ranunculus-Arten, Polytrichum communis, Sphagnum teres und zahlreiche andere Laubmoosarten. Die kleinflächigen Partien mit hochmoorähnlichen Bedingungen führen meist die unterschiedlichsten Sphagnum-Arten zusammen mit Oxycoccus palustris, Eriophorum angustifolium, Eriophorum vaginatum, Drosera rotundifolia, Drosera anglica und Polytrichum strictum.

Meist handelt es sich bei den abgetorften Teilen um freie Flächen, auf denen nur vereinzelt Baumgruppen oder Gebüsche stehen. Diese freien Flächen, die vom Menschen weitgehend unbeeinträchtigt sind, bilden wichtige Rückzuggebiete für viele gefährdete Tierarten (z.B. Birkwild).

Zusammenfassend läßt sich sagen: Die abgetorften und wiedervernäßten oder wiedervernäßenden Moorteile zeigen ein viel reicheres Spektrum an Feuchtbiotopen und geben auch den Charakter einer Moorlandschaft viel besser wieder als die ausgetrockneten, nicht abgebauten Moorteile mit ihrem monotonen Bewuchs an Kiefern und Fichten. Dieses aktuelle Moorwachstum in den alten Torfstichen sollte auf keinen Fall durch weitere Eingriffe seitens der Land- und Forstwirtschaft und vor allem durch keine neuen Entwässerungsmaßnahmen gefährdet werden.

3.4. Verteilung des Wasser- und Aschegehalts

Bei allen untersuchten Mooren ergibt sich bei der Verteilung des Wasser- und Aschegehalts der gleiche Trend. Durch die Entwässerungsmaßnahmen ist der Wasserspiegel je nach Abstand von der Stichwand oder den Entwässerungsgräben mehr oder weniger stark abgesunken. Die obersten Partien sind dadurch ausgetrocknet (Wassergehalt 6o - 7o %). Gleichzeitig erfolgt mit dem Absinken des Wasserspiegels eine Sackung der trockengefallenen Torfschichten. Hinzu kommt weiterhin, daß die Torfe nun unter aerobe Bedingungen geraten, was zu erhöhter Zersetzung und Verlust an organischer Substanz durch Bodenorganismen und Oxidationsvorgänge führt. Indirekt erhöhen sich so die mineralischen Anteile. Diese Zunahme spiegelt sich in den höheren Aschegehalten im Top der Torffolge wieder (Abb. 47, 48). Etwa in einer Tiefe von 1 m erreichen die Torfe einen konstanten Wassergehalt von 9o -

95 %, womit die oben beschriebenen Zersetzungsprozeße nahezu aufhören.

Beim Vergleich der Asche- und Wassergehalte zeigt sich, daß ein direkter Zusammenhang zwischen beiden Parametern besteht. Bei der statistischen Bearbeitung von 212 Proben ergab sich ein Korrelationskoeffizient von - o,86, d.h. sobald der Aschegehalt steigt, nimmt der Wassergehalt ab und umgekehrt. Entscheidend für diesen Zusammenhang ist nach den Untersuchungen von SEGEBERG (1955, 1956) das Porenvolumen, das in ascheärmeren Torfen höher ist als in aschereichen. Durch die Kompaktion seitens der überlagernden Schichten und die von Natur aus aschereicheren Niedermoortorfe im unteren Teil der Torfprofile sinkt der Wassergehalt nach dem Maximum von 9o - 95 % im Mittelteil wieder deutlich ab (8o- 88 %).

Die Hoch- und Übergangsmoortorfe zeichnen sich durch ihre Aschearmut aus (1 - 3 %). Die Niedermoortorfe haben dagegen in der Regel 4 - 1o % Aschegehalt. Bei den Mooren im Einflußbereich von Bächen steigen die Ascheanteile jedoch durch die häufigeren Einschwemmungen stark an (Abb. 48). Allgemein gilt, daß der Aschegehalt in den Torfen von den eingeschwemmten und eingewehten Mineralien bestimmt wird. Dabei kann eine Einlagerung auch in gelöster Form durch Adsorption von Ionen an den Torf oder durch Einbau in zu diesem Zeitpunkt lebende Pflanzen erfolgen.

Die Untersuchung der Aschegehalte ergibt für das Fichtelgebirge weitere Anhaltspunkte zur Korrelierung einzelner Schichten. Die normale Abfolge geht von aschereichen Niedermoortorfen zu aschearmen Übergangs- oder Hochmoortorfen. Eine Erhöhung innerhalb dieses generell abnehmenden Trends kann nun entweder durch Zeiten erhöhter Einschwemmung oder durch den oben beschriebenen Prozeß des Trockenfallens und Zersatzes der organischen Substanz bedingt sein. In fast allen Profilen sind deutlich mehrere Anstiege zu erkennen. Zur Demonstration wurden vier Moore (Torflohe, Häuselloh, Ruppertsgrün, Mühlbacher Waldung) ausgewählt und feinstratigraphisch bearbeitet mit einem Abstand der Proben von 5 cm (Abb. 47).

Zumindest zwei dieser Anstiege lassen sich im Bereich des Fichtelgebirges über die mehr als 3o km auseinander liegenden Moore in stratigraphisch und zeitlich ähnlicher Position verfolgen. Beim Vergleich der

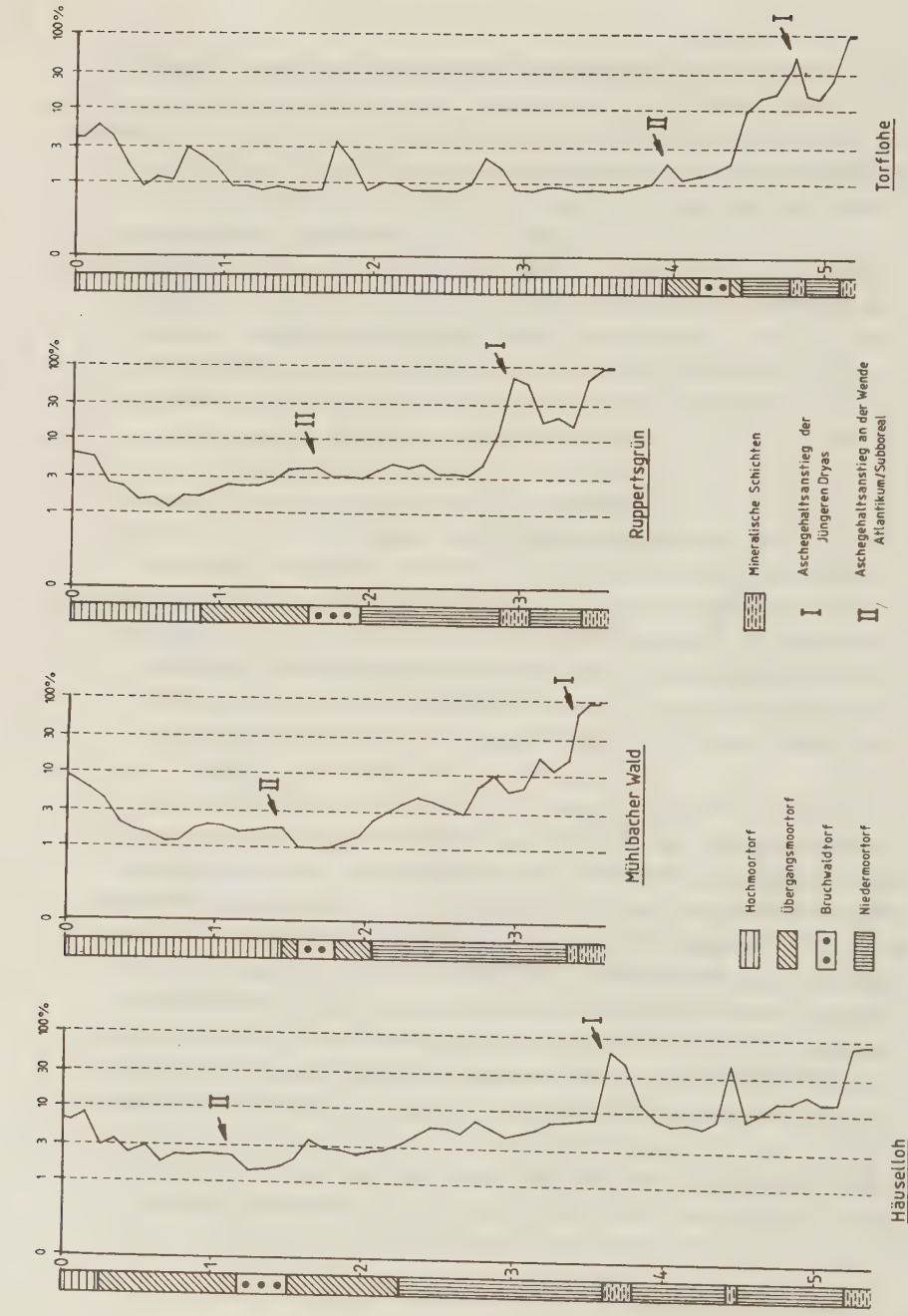

Abb. 47: Verteilung des Aschegehaltes (Awf) in vier Moorprofilen.

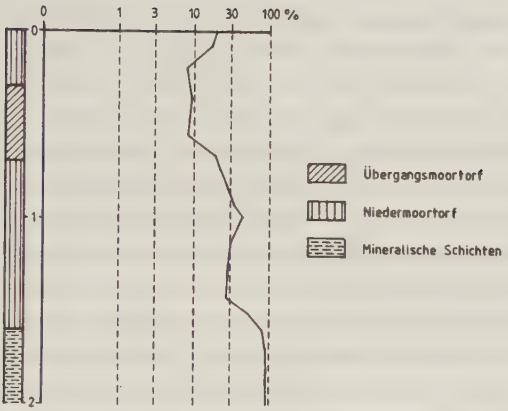

Abb. 48: Aschegehalt (Awf) der Torfe im Moor bei Oberteich (Abszisse mit logarithmischem Maßstab)

Ascheprofile aus den vier genannten Mooren in Verbindung mit den Altersdatierungen und den mikroskopischen Untersuchungen der in den Torfen enthaltenen Pflanzenreste ergibt sich, daß bei allen Mooren an der Basis ein deutlicher Anstieg des Aschegehalts liegt (Abb. 47), der häufig im Gelände als tonige Schicht erkennbar ist. Auf Grund der Altersdatierungen wird er in Zusammenhang mit dem Klimarückschlag der Jüngeren Dryas gebracht (Kap. 3.2.3.). Der zweite überregional parallelisierbare Anstieg liegt zeitlich etwa an der Wende Atlantikum/Subboreal. Dieser Anstieg ist bei weitem nicht so deutlich wie der oben beschriebene der Jüngeren Dryas, doch ist er in allen feinstratigraphisch untersuchten Mooren im Hangenden der Bruchwaldtorfe deutlich zu erkennen (Abb. 47). Durch das geringfügige Ausmaß ist es schwer, die Ursache dafür festzulegen. Eine mögliche Erklärung wäre in den sich ändernden klimatischen Bedingungen in diesem Zeitraum zu sehen. Eine relativ kurzzeitige Einwehung von vulkanischem Material kommt wahrscheinlich nicht als Erklärung in Frage, da in der Häuselloh und im Moor in der Mühlbacher Waldung offensichtlich für mehrere hundert Jahre der mineralische Anteil erhöht bleibt (Abb. 47).

Für die übrigen, z.T. sehr klar hervortretenden Anstiege ist auf Grund der nur sehr beschränkten Anzahl an Radiokarbondatierungen keine sichere zeitliche Einordnung oder Parallelisierung zu treffen. Speziell in den Hochmoortorfschichten des Profils aus der Torflohe, die etwa den Zeitraum Jüngeres Atlantikum bis heute abdecken, sind mehrere, prägnante Anstiege auf das Doppelte bis Dreifache der üblichen Werte zu bobachten (Abb.47). Hierin könnten sich kurzzeitige Klimaschwankungen, wie sie schon lange aus den Schweizer und Österreicher Alpen bekannt sind (ZOLLER 196o, 1977, PATZELT 1977, PATZELT & BORTENSCHLAGER 1973, GAMPER & SUTER 1982), für den Raum des Fichtelgebirges im Postglazial ausdrücken. In kühleren und feuchteren Phasen gelangten vermehrt tonige Bestandteile zusammen mit dem Wasser von den umliegenden Hängen auf die Moore. Zur zeitlichen Einordnung der Aschegehaltsanstiege und ihrer Genese sind aber weitere feinstratigraphische Untersuchungen in Zusammenhang mit Altersdatierungen und Pollenanalysen notwendig.

3.5. Verteilung des Zersetzungsgrades

Der Zersetzungsgrad der Torfe ist speziell in Norddeutschland ein wichtiges Merkmal zur stratigraphischen Beschreibung (Grenzhorizont, Rekurrenzflächen). Hier hat er auch lagerstättentechnische Bedeutung, denn heute wird fast ausschließlich sogenannter Weißtorf (Hochmoortorf mit Zersetzungsgraden bis H 5) abgebaut. Der stärker zersetzte Schwarztorf (Hochmoortorf mit Zersetzungsgraden von H 6 und höher) diente überwiegend als Energieträger. Seit der Einstellung des letzten Torfkraftwerks Rühle 1974 wird Schwarztorf in der Bundesrepublik Deutschland in technischem Umfang für diesen Zweck nicht mehr genutzt.

Im Unterschied zu den großen Mengen an Hochmoortorfen in Nordeutschland, den Bayerischen Alpen und im Voralpenland handelt es sich bei den untersuchten Torfen aus den nordostbayerischen Mittelgebirgen meist um Niedermoor- oder Übergangsmoortorfe. Reine Hochmoortorfe treten mengenmäßig stark in den Hintergrund. Eine lagerstättenkundliche Unterteilung in Weiß- und Schwarztorf erübrigt sich bei den geringen Mengen. Nur in der Torflohe wurden dünne Lagen von Sphagnum-Torfen mit Zersetzungsgrad H 4 an-

getroffen. Der weitaus überwiegende Anteil ist eindeutig stärker zersetzt.

Sowohl die Feld- als auch die Laborbestimmungen lieferten mit wenigen Ausnahmen Werte im Bereich von H 6 bis H 1o der VON POST'schen Skala. Zu beobachten ist ein mehrmaliger Wechsel von sehr stark zersetzten Torfen (H 8 und H 9) und nicht ganz so stark zersetzten (H 6 und H 7). Bei der zeichnerischen Darstellung der Torfprofile wurden die im Gelände ermittelten Zersetzungsgradwerte berücksichtigt (Abb. 9, 13, 15, 17, 22, 26, 36, 38, 40, 43). Diese Schwankungen sind aber schon innerhalb eines Moores nicht zu korrelieren. Nur im Trend deutet sich an, daß die Bruchwaldtorfe des Atlantikums höhere Zersetzungsgrade zeigen als die darüber und darunter liegenden Torfe (Abb. 36, 38, 4o, 49). Dies könnte in Zusammenhang mit den postglazialen Klimaschwankungen stehen. Andererseits könnte auch allein die unterschiedliche pflanzliche Zusammensetzung der Torfe eine ausschlaggebende Rolle spielen.

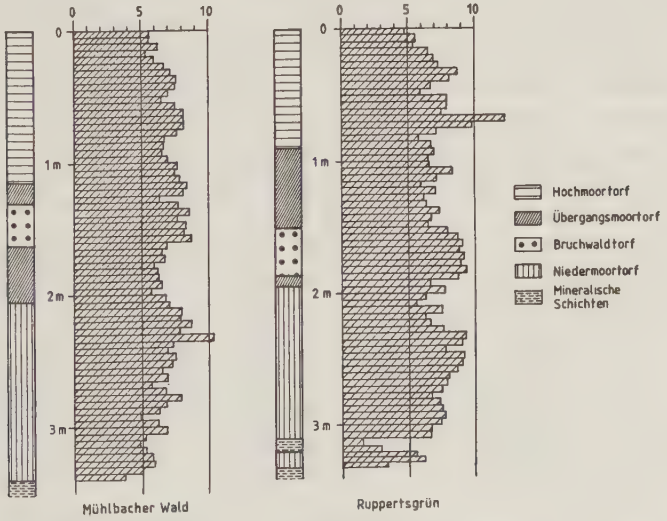

Abb. 49: Humositätszahl Hk in Torfprofilen aus den Mooren im Mühlbacher Wald und bei Ruppertsgrün (berechnet nach NAUCKE 198o).

In früheren Arbeiten (FIRBAS & ROCHOW 1956, FIRBAS et al. 1958, BEUG 1957) wurde versucht, z.T. in Zusammenhang mit Pollenanalysen und radiometrischen Datierungen, die auftretenden Unterschiede im Zersetzungsgrad der Torfe mit dem Grenzhorizont bzw. mit Rekurrenzflächen in Norddeutschland zu vergleichen. Ob dieser Vergleich aber zuläßig ist, erscheint fraglich. Die ^{14}C-Datierungen ergaben für einen"deutlichen Zersetzungssprung" von H 7 auf H 4 in der Torflohe ein Alter von 3.335 bis 313o Jahre vor heute sowie für eine zweite, jüngere Rekurrenzfläche Werte um 1.6oo vor heute (FIRBAS et al. 1958).

4. Ergebnisse der chemischen und physikalischen Untersuchungen

4.1. Chemische Analyse der Asche

Bei den Analysewerten der Asche wurde bei der statistischen Bearbeitung zum Verdeutlichen der Beziehungen innerhalb der einzelnen Profile sowie der Gesamtheit der untersuchtenProben von Torflohe und Häuselloh der Koeffizient rk (Kendall's Tau) berechnet. Der Koeffizient rk wurde dem Korrelationskoeffizienten r vorgezogen, da r nur dann sinnvoll angewandt werden kann, wenn alle zu untersuchenden Parameter eine Normalverteilung aufweisen (LINDER & BERCHTOLD 1979). Bei der Überprüfung der Analysenwerte auf Normalverteilung mit Hilfe des 3. und 4. Moments (Schiefe, Überhöhung) zeigte sich aber, daß in keinem Fall eine Normalverteilung vorlag. Der Koeffizient rk hingegen ist unabhängig von der Verteilung der Werte.

Bei der Berechnung von rk zweier Parameter aus einer Wertemenge wird jedes Wertepaar (x_i, y_i) mit jedem anderen verglichen. Ist die Tendenz der Wertepaare gleich, d.h. gilt $x_i > x_j$ und $y_i > y_j$ oder $x_i < x_j$ und $y_i < y_j$ spricht man von einem konkordanten Paar. Ergibt sich aber $x_i > x_j$ und $y_i < y_j$ oder $x_i < x_j$ und $y_i > y_j$ so wird dieses Paar diskordant genannt. Die Differenz zwischen der Zahl der konkordanten Paare Tk und der Zahl der diskordanten Paare Td ist ein Maß für den Zusammenhang der beiden Variablen:

$$rk = \frac{Tk - Td}{N \times (N-1)/2} \qquad (N = \text{Anzahl der Wertepaare})$$

rk liegt wie der Korrelationskoeffizient zwischen - 1 und + 1. Je stärker der Zusammenhang zwischen zwei Parametern ist desto höhere, positive Beträge erreicht rk. Bei rk = 0 besteht statistisch gesehen kein Zusammenhang, bei rk = - 1 verhalten sich die Parameter genau entgegengesetzt (LINDER & BERCHTOLD 1979). Mit den ermittelten Koeffizienten rk zwischen den einzelnen chemischen Elementen wurde eine Clusteranalyse nach der bei DAVIS (1973) beschriebenen Methode des gepaarten Mittels durchgeführt.

Entsprechend dem Schichtaufbau der Moore mit nährstoffärmeren Hoch- bzw. Übergangsmoortorfen im Top ergibt sich eine generelle Zunahme der untersuchten Elemente (Al, Fe, Ca, Mg, K, Na, Pb, Zn, Cu, Mn, Cd) von Oben nach Unten (Abb. 5o, 51). Diese Verteilung entspricht auch den Untersuchungen von SILLANPÄÄ (1972) in finnischen Mooren und denen von GIES (1972) und HÖLZER (1977) in deutschen Mooren der Rhön und des Schwarzwaldes. Die zu beobachtende Erhöhung in den obersten Schichten ist primär Ausdruck der Moorsackung und Komprimierung der Torfe infolge der Entwässerungsmaßnahmen. Begleitet wird dieser Austrocknungsvorgang von Massenverlusten der organischen Anteile durch Oxidationsvorgänge (SAPEK et al. 1984). Indirekt kommt es folglich zur Anreicherung anorganischer Substanz in den obersten Torflagen.

Nach den Arbeiten von NAUCKE (198o) und HÖLZER & SCHLOSS (1981) erfolgt in den Mooren eine Verlagerung der Elemente von unten nach oben durch die Pflanzen, die die Nährstoffe und Spurenelemente über ihr Wurzelsystem aufnehmen und somit nach oben befördern. So kommt es bei Hochmoortorfen speziell bei Spurenelementen und Schwermetallen zu einer Verarmungszone im Mittelteil der Profile. Auch auf die Fichtelgebirgsmoore trifft dieser Trend zu (Abb. 5o, 51). Die niedrigsten Werte liegen im allgemeinen im mittleren Drittel der Profile. Die Ergebnisse von DAMMAN (1978), der im Bereich der Grundwasserschwankung in schwedischen Hochmooren eine Zone der Auswaschung und darunter eine Zone der Anreicherung feststellte, konnten nicht nachvollzogen werden. Unter Umständen ist dazu auch eine feinere Probennahme notwendig, denn für die Ascheanalysen wurden die Proben in wechselndem Abstand je nach makroskopisch unterscheidbaren Schichten genommen.

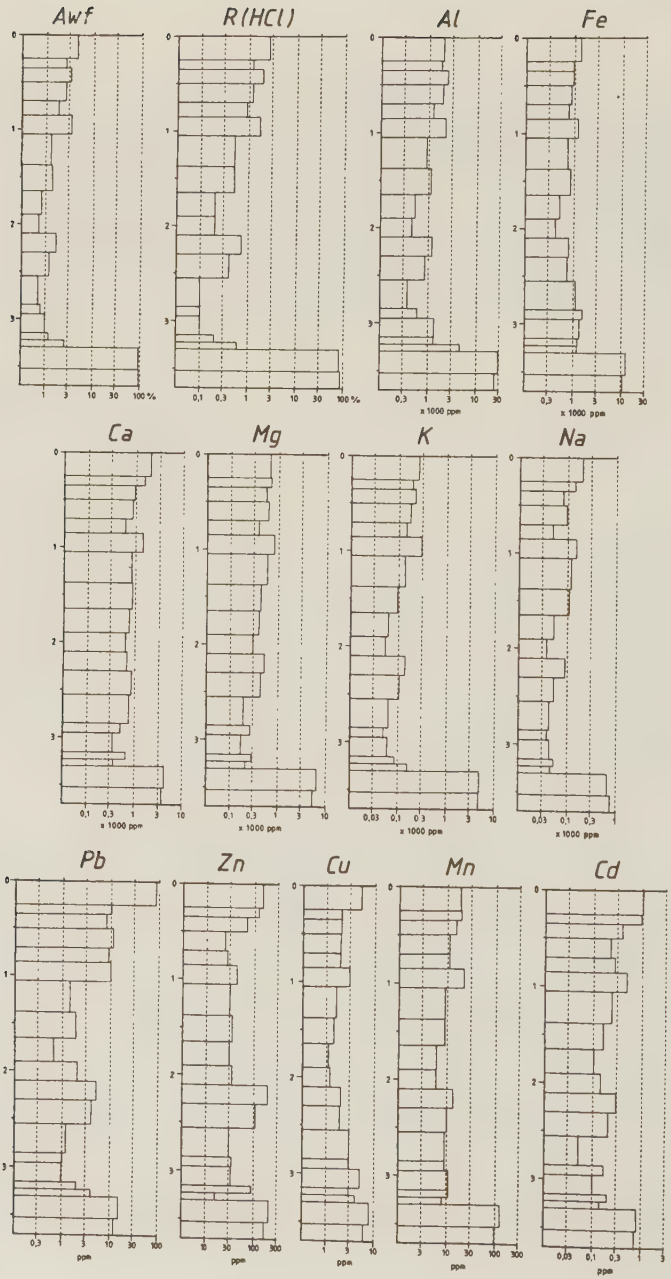

Abb. 5o: Chemische Analyse der Asche aus einem Profil der Torflohe umgerechnet auf die Trockensubstanz (Abszisse mit logarithmischem Maßstab).

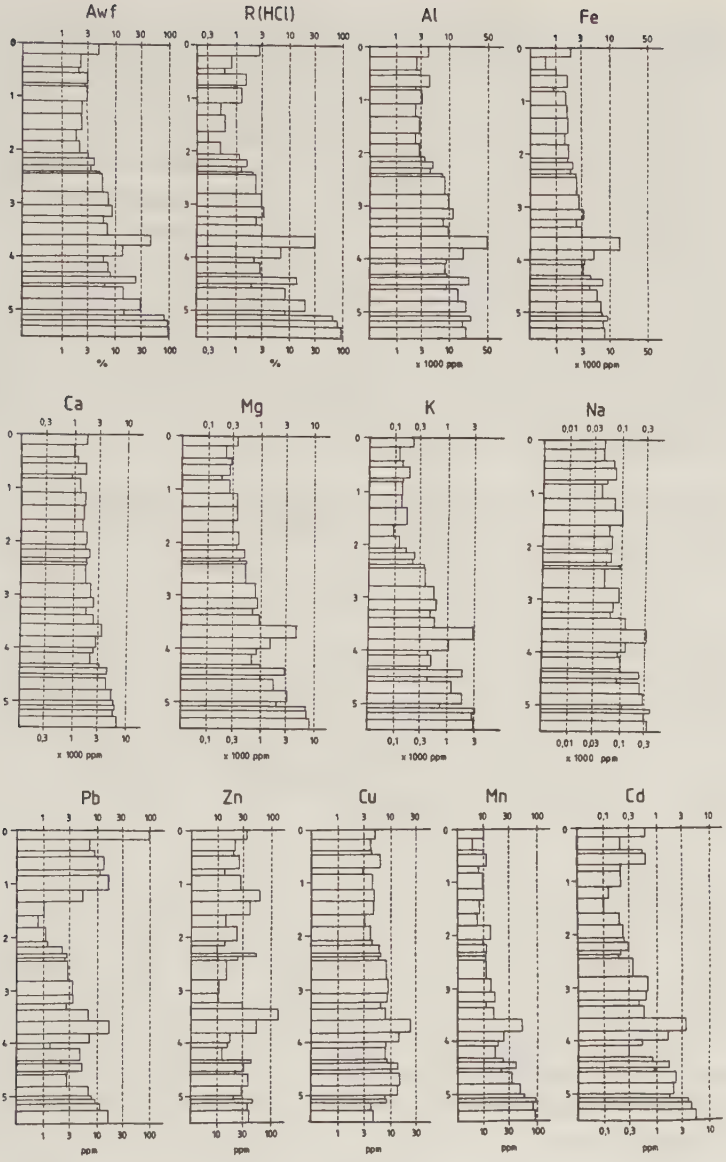

Abb. 51: Chemische Analyse der Asche eines Profils aus der Häuselloh umgerechnet auf die Trockensubstanz (Abszisse mit logarithmischem Maßstab).

Durch ihre Lage an Hängen bzw. im Einflußbereich von Flüssen und Bächen kommen die nordostbayerischen Moore häufig mit mineralstoffreichen Wässern in Berührung, wodurch die oben beschriebene Grundverteilung der Elemente modifiziert wird. Nach GROSSE-BRAUCKMANN (1975) ist es nicht möglich, botanisch gut voneinander geschiedene Torfarten auch durch Kennzeichnung chemischer Daten eindeutig gegeneinander abzugrenzen. Entscheidenden Einfluß nehmen auf die elementare Zusammensetzung der Torfe hingegen Perkolation mit verschiedenen Wässern, Einwehung von mineralischem Material sowie die im Moor unterschiedlich ablaufenden Zersetzungsvorgänge. Die Untersuchungen von SAPEK et al. (1984), PARKINEN et al. (198o) und DAMMAN (1978) deuten an, daß auch die Lage des Grundwasserspiegels eine bestimmende Rolle für die Verteilung der Elemente innerhalb eines Profiles spielt.

Bei der statistischen Auswertung der Ascheanalysen aus den untersuchten Mooren ergab sich die deutlichste Beziehung zwischen dem Aschegehalt der Trockensubstanz (Awf) und dem salzsäureunlöslichen Anteil (R), der sich überwiegend aus unlöslichen Silikaten aufbaut. Hier wurden sehr hohe rk-Werte von 0,82 bis 0,95 erreicht, d.h. eine Erhöhung des Aschegehalts ist in der Regel von einem Anstieg des Silikatanteils begleitet. Durch den Anteil der mineralischen Bestandteile wird dann überwiegend der Gehalt der übrigen Elemente in der Asche gesteuert. Am Verhalten gegenüber den unlöslichen Silikaten läßt sich der Grad der Abhängigkeit von den Einschwemmungen und Einwehungen ablesen.

Für die Gesamtheit der Proben aus Torflohe und Häuselloh ergibt sich dabei für Kalium die stärkste Beziehung zu den Silikaten, gefolgt von Aluminium und Eisen (Tab. 6, Abb. 52). Nicht mehr so eindeutig ist der Zusammenhang mit Calcium, Magnesium, Cadmium, Mangan, Natrium und Kupfer. Nicht verwunderlich ist, daß die Beziehungen in den aschereicheren Torfen der Häuselloh stärker ausgebildet sind als in den aschearmen Hochmoortorfen der Torflohe (Abb. 53, 54, Tab. 7, 8). Im Fall der Torflohe verliert der Mineralstoffgehalt deutlich an Bedeutung, ist aber immer noch der prägende Faktor.

	Awf	R	Al	Fe	Ca	Mg	K	Na	Pb	Zn	Cu	Mn	Cd
Awf	1	0,89	0,87	0,82	0,76	0,63	0,84	0,48	0,42	0,09	0,63	0,63	0,66
R		1	0,79	0,75	0,73	0,64	0,83	0,5o	0,48	0,17	0,57	0,61	0,68
Al			1	0,80	0,63	0,47	0,75	0,36	0,29	-0,09	0,67	0,52	0,57
Fe				1	0,77	0,55	0,69	0,35	0,20	-0,01	0,59	0,53	0,51
Ca					1	0,62	0,63	0,42	0,18	0,00	0,49	0,51	0,55
Mg						1	0,59	0,52	0,20	0,13	0,31	0,56	0,55
K							1	0,51	0,35	-0,02	0,53	0,57	0,62
Na								1	0,25	0,07	0,28	0,52	0,41
Pb									1	0,33	0,30	0,48	0,44
Zn										1	-0,19	0,12	0,06
Cu											1	0,53	0,41
Mn												1	0,50
Cd													1

Tab. 6: Tabelle der rk-Koeffizienten berechnet aus den Ascheanalysen von Torflohe und Häuselloh (78 Proben).

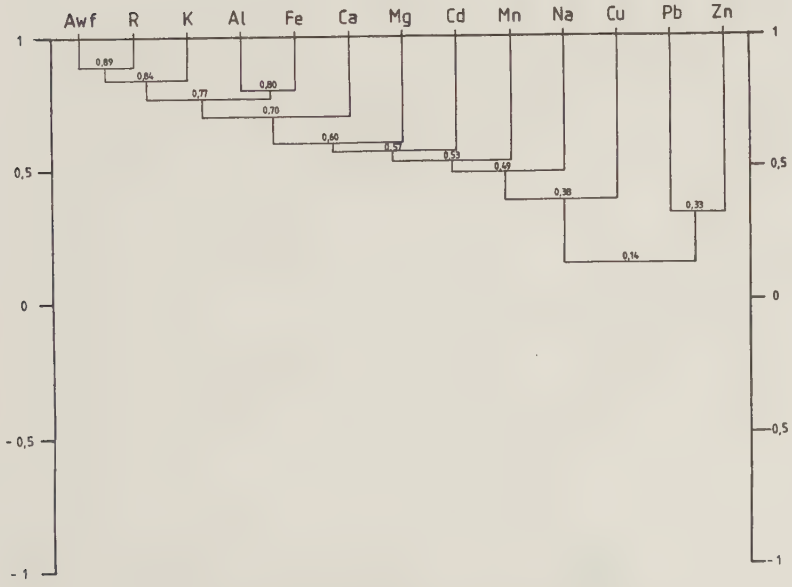

Abb. 52: Clusteranalyse der rk-Koeffizienten berechnet aus den Ascheanalysen von Torflohe und Häuselloh (78 Proben).

	R	Al	Fe	Ca	Mg	K	Na	Pb	Zn	Cu	Mn	Cd
R	1	0,87	0,86	0,81	0,84	0,91	0,67	0,41	0,29	0,58	0,82	0,72
Al		1	0,84	0,75	0,76	0,86	0,63	0,28	0,22	0,65	0,76	0,70
Fe			1	0,87	0,87	0,81	0,63	0,25	0,25	0,58	0,87	0,67
Ca				1	0,85	0,72	0,64	0,16	0,20	0,52	0,87	0,66
Mg					1	0,77	0,63	0,20	0,22	0,52	0,79	0,70
K						1	0,66	0,33	0,23	0,59	0,74	0,68
Na							1	0,19	0,30	0,38	0,66	0,54
Pb								1	0,41	0,18	0,50	0,33
Zn									1	0,14	0,33	0,18
Cu										1	0,71	0,45
Mn											1	0,68
Cd												1

Tab. 7: Tabelle der rk-Koeffizienten berechnet aus den Ascheanalysen der Bohrung Häuselloh 1 (33 Proben).

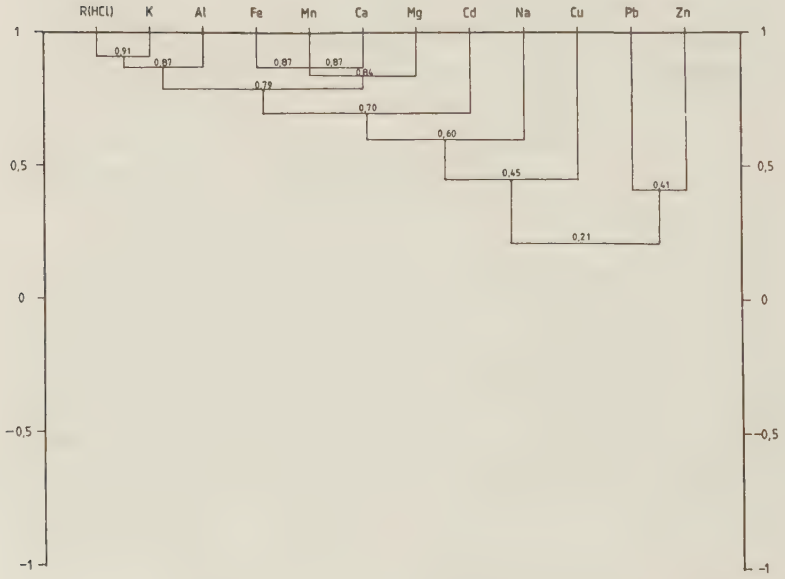

Abb. 53: Clusteranalyse der rk-Koeffizienten berechnet aus den Ascheanalysen der Bohrung Häuselloh 1 (33 Proben).

	R	Al	Fe	Ca	Mg	K	Na	Pb	Zn	Cu	Mn	Cd
R	1	0,82	0,65	0,37	0,39	0,69	0,40	0,62	0,04	0,63	0,58	0,65
Al		1	0,67	0,33	0,22	0,65	0,27	0,54	-0,24	0,72	0,58	0,66
Fe			1	0,37	0,44	0,63	0,39	0,33	-0,37	0,65	0,72	0,46
Ca				1	0,59	0,48	0,49	0,17	-0,25	0,47	0,46	0,25
Mg					1	0,35	0,29	0,21	-0,14	0,33	0,37	0,24
K						1	0,54	0,47	-0,30	0,59	0,48	0,63
Na							1	0,10	-0,39	0,36	0,24	0,18
Pb								1	0,09	0,56	0,48	0,72
Zn									1	-0,32	-0,09	-0,08
Cu										1	0,67	0,54
Mn											1	0,38
Cd												1

Tab. 8: Tabelle der rk-Koeffizienten berechnet aus den Ascheanalysen der Bohrung Torflohe 2 (18 Proben).

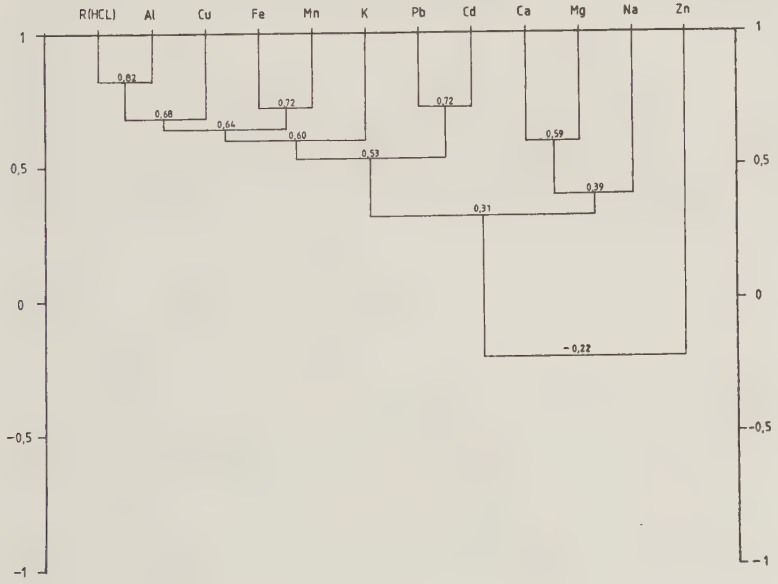

Abb. 54: Clusteranalyse der rk-Koeffizienten berechnet aus den Ascheanalysen der Bohrung Torflohe 2 (18 Proben).

Beim Eisen deutet SCHNEIDER (1962) an, daß neben den Einschwemmungen auch Eisenanreicherung in Zeiten mit aeroben Bedingungen erfolgen kann. Zweiwertiges Eisen wird hier in dreiwertiges umgewandelt und so in den Torfen fixiert. Insgesamt läßt sich für die untersuchten Moore aber sagen, daß das Eisen überwiegend von der Menge der eingeschwemmten Minerale bestimmt wird. Dies belegen die relativ hohen rk-Werte zu den Silikaten (Tab. 6, 7, 8).

Da der Wert,mit dem ein Element in das Cluster eintritt,nach dem gepaarten Mittel berechnet wird, kann sich für später eintretende Elemente eine rechnerische Verschlechterung des Koeffizienten rk gegenüber den früher eingetretenen Elementen ergeben (DAVIS 1973). Dies scheint sich für das Kupfer auszuwirken. Wie die Abb. 54 und die Tab. 6, 7 und 8 belegen, zeigt Kupfer ein dem Aluminium ähnliches Verhalten. In der Häuselloh kommt das auch noch deutlich zum Ausdruck (Abb. 54). Durch die Werte gegenüber den Erdalkalien und Alkalien verschlechtert sich der Wert des Kupfers bei der Gesamt-Clusteranalyse aber wesentlich. Der späte Eintritt in das Cluster erscheint so primär rechnerisch bedingt.

Wie das Kupfer wird auch das Mangan durch den Vergleich mit den Alkalien und Erdalkalien rechnerisch verschlechtert. Die engen Beziehungen zum Eisen sind aus den Tabellen 6, 7 und 8 zu erkennen. Somit dürfte auch das Mangan zu den Elementen gehören, die weitestgehend vom Mineralgehalt der Torfe beeinflußt werden.

Die Gruppe der Elemente, die überwiegend vom Mineralgehalt der Torfe abhängig sind, umfassen also die Elemente Kalium, Aluminium, Eisen, Kupfer und Mangan. Darin spiegelt sich die elementare Zusammensetzung der Ausgangsgesteine (Granite, Gneise) wieder, die sich vor allem aus Quarz, Kalifeldspäten, Plagioklasen und Glimmern zusammensetzen bzw. deren Verwitterungsprodukte, wobei hier in erster Linie die Tonminerale Kaolinit und Illit genannt werden müssen. So ist es auch nicht verwunderlich, daß die absolut höchsten Werte für Aluminium, Eisen, Kalium und Kupfer in den tonigen Schichten bzw. den Tonmudden erreicht werden (Abb. 51). Die Werte dieser Lagen übertreffen meist noch diejenigen der mi-

neralischen Schichten im Unterlager der Moore, da der Anteil des durch die Säure ganz oder teilweise löslichen Materials (Tonminerale, angewitterte Feldspäte, Glimmer) höher und der unlösliche Quarzanteil wesentlich niedriger ist (Abb. 51). Auf diese Beziehung zwischen Elementgehalt der Torfe und umgebenden Gestein weisen auch die Arbeiten von LARGIN et al. (1972) und CHRISTANIS (1982) hin. Diese Eigenschaft der Torfe, die chemische Zusammensetzung der umgebenden Gesteine wiederzuspiegeln, wird schon seit langer Zeit in Finnland zur Prospektion auf Kupfer- und Eisenlagerstätten benutzt (SALMI 1955, 1956).

Bei der Auswertung der Analysenwerte ergibt sich für Calcium, Magnesium und Natrium eine enge Verwandtschaft. Hier kommen auch deutlich andere Beeinflußungen für den Gehalt an diesen Elementen in den Torfen zum Tragen. In erster Linie ist die hohe Löslichkeit und, damit verbunden, der leichte An- und Abtransport in wässeriger Lösung zu nennen. Weiter muß berücksichtigt werden, daß diese Elemente in starkem Maß von den Pflanzen aufgenommen und in ihre Zellstruktur eingebaut werden. Die nahezu gleich hohen Calcium- und Magnesiumwerte in den sehr unterschiedlichen Torfen der Torflohe und der Häuselloh weisen auf den Einfluß von Grundwasser oder Quellen im Moorgebiet hin (Abb. 5o, 51). Bei einer alleinigen Abhängigkeit vom Mineralgehalt müßten die aschereicheren Übergangsmoortorfe der Häuselloh wesentlich höhere Werte dieser beiden Elemente zeigen als die Hochmoortorfe der Torflohe. Ihre Eigenständigkeit wird in Abb. 54 verdeutlicht, in welcher die genannten drei Elemente ein eigenes Cluster bilden. Speziell beim Natrium spielt sicher noch eine Rolle, daß es das am leichtesten aus den Torfen auswaschbare Element ist (DAMMAN 1978).

Auch der Gehalt an den Schwermetallen Blei, Cadmium und Zink kann stark vom Mineralgehalt abhängig sein (Abb. 5o, 51). Bei diesen Schwermetallen sind allerdings auch torfspezifische Eigenschaften von entscheidender Bedeutung. Vor allem das hohe Kationenaustauschvermögen und der Torfe und die leichte Adsorption dieser Elemente kommen hier zum Tragen. Für diese drei Elemente ergibt sich so eine gewiße Außenseiterposition in den Cluster-Diagrammen (Abb. 52, 53, 54).

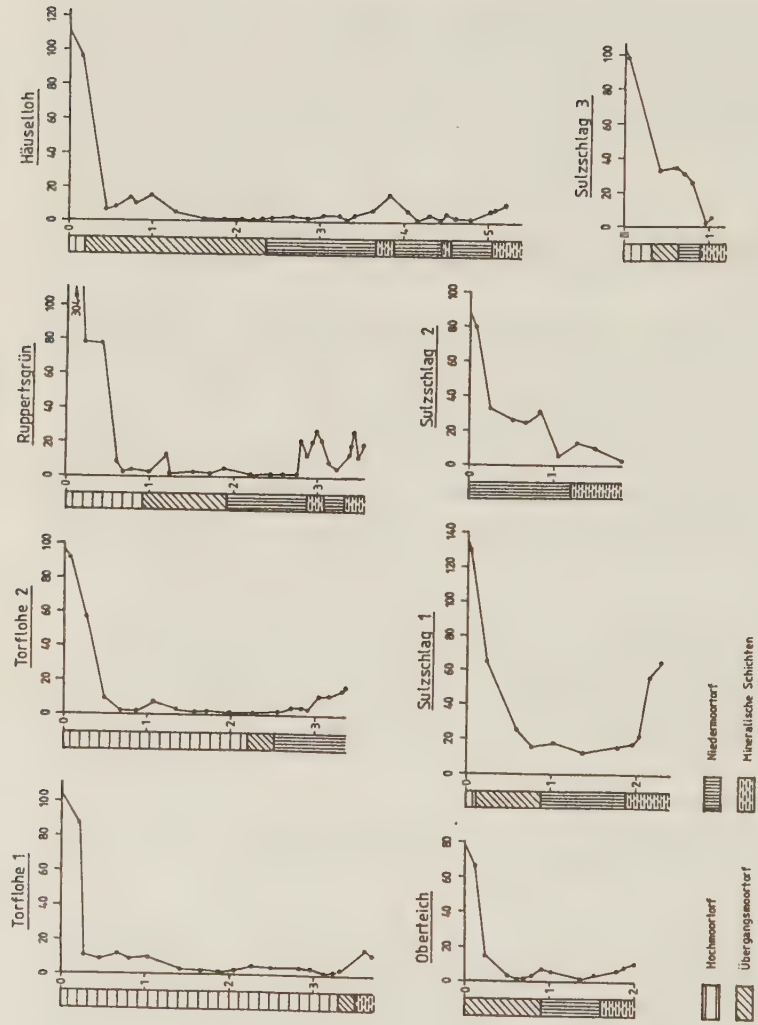

Abb. 55: Bleigehalt der Torfasche umgerechnet auf die Trockensubstanz (in ppm).

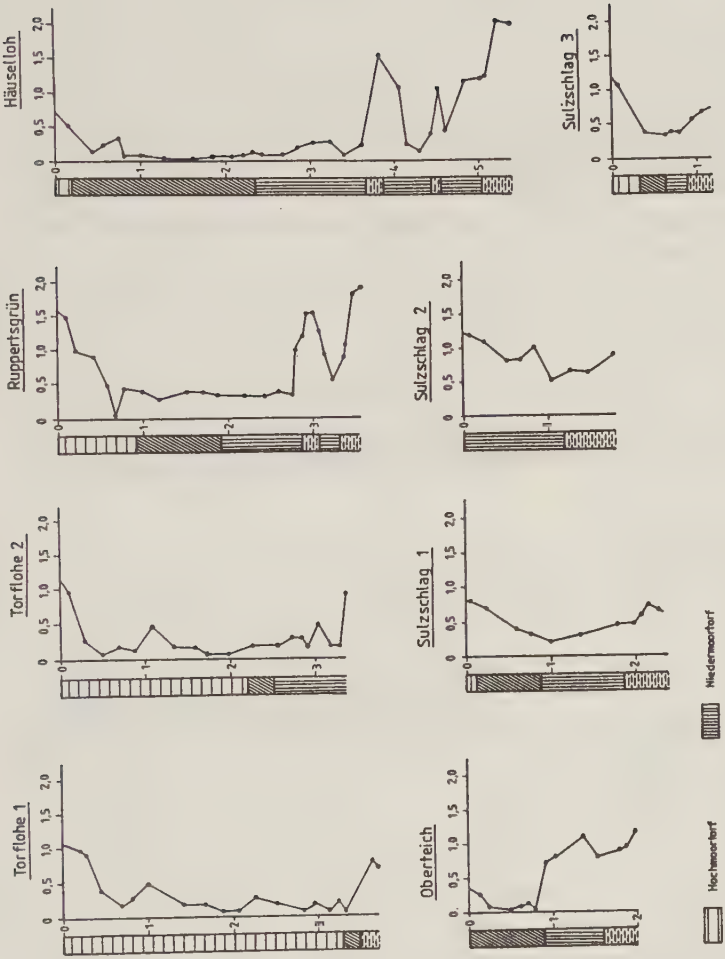

Abb. 56: Cadmiumgehalte der Torfasche umgerechnet auf die Trockensubstanz (in ppm).

Bei allen Profilen ist in den obersten Schichten eine Bleianreicherung gegeben (Abb. 55). Der absolut höchste Wert wurde in den obersten 1o cm des Moores bei Ruppertsgrün mit 3o4 ppm in der Trockensubstanz gemessen. In den meisten anderen Mooren schwankt der Wert zwischen 8o und 15o ppm. Vergleicht man diese Bleiwerte der Torfe mit denen des Ausgangsgestein (i.A. Granite), so stellt man fest, daß die Torfe bis zu sieben mal mehr Blei führen. Nach den Untersuchungen von RICHTER (1982) enthalten die Granite des Fichtelgebirges zwischen 15 und 34 ppm Blei. Die Extremwerte der obersten Torfschichten lassen sich nicht durch Einschwemmung mineralischen Materials erklären. Sie sind vielmehr Ausdruck der wachsenden Kontamination der Umwelt durch den hohen Grad der Industrialisierung. Zusammen mit dem Niederschlag und den Staubpartikeln gelangt das Blei aus der Atmosphäre auf die Moore. Die Torfe haben eine hohe Austauschkapazität für Schwermetalle, worauf sich auch ihre Eigenschaft als Filtermedium stützt (LUDWIG et al. 1983). Sie sind so in der Lage, das Blei zu akkumulieren. Diese Akkumulation erfolgt nicht nur auf dem Wege der Adsorption sondern auch zum Großteil durch den Austausch zweier Wasserstoffionen für ein Bleiion. (LUDWIG et al. 1983).

Beim Cadmium ist diese Beeinträchtigung der Moore und Böden durch die moderne Industriegesellschaft nicht so klar wie beim Blei zu beobachten. Zum einen sind die Mengen dieses toxischen Schwermetalls wesentlich niedriger in den Gesteinen wie auch den industriellen Prozessen, zum anderen ist die analytische Methode von der Probennahme bis zur Bestimmung mittels Atomabsorption gegenüber Verunreinigungen sehr anfällig. Hinzu kommt, daß die Empfindlichkeit bei der Cadmiumbestimmung beim eingesetzten Verfahren nicht sehr hoch ist. Trotz dieser Einschränkungen ist eine hohe Kongruenz zwischen Blei und Cadmium zu beobachten. Auch für das Cadmium wirkt sich die Filterwirkung der Torfe erkennbar aus. Bei der statistischen Auswertung des Profils Torfloh 2 (Abb. 54, Tab. 8) wird dieses verwandte Verhalten durch die Bildung eines eigenen Clusters von Blei und Cadmium bestätigt. Auch in den anderen Mooren zeigt sich eine relativ gute Korrelation zwischen diesen beiden Elementen. Die Verteilung der Cadmiumwerte in unterschiedlichen Mooren

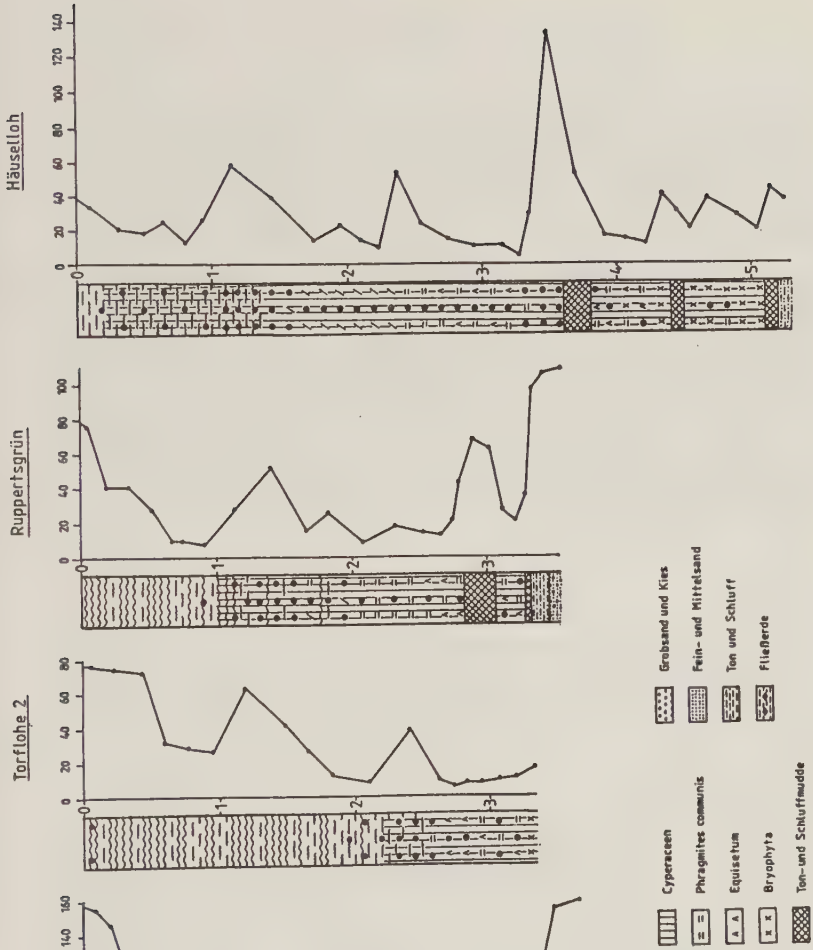

Abb. 57: Zinkgehalte der Torfasche umgerechnet auf die Trockensubstanz (in ppm) und Torfarten aus drei Fichtelgebirgsmooren.

ist aus Abb. 56 ersichtlich.

Für die Verteilung des Zinks lassen sich auch bestimmte Anreicherungshorizonte abgrenzen. Eine der Ursachen dafür ist ebenfalls die hohe Austausch- und Filterkapazität der Torfe für Schwermetalle. Speziell Sphagnum-Torfe zeigen eine starke Tendenz zur Bindung von Zink (LARGIN et al. 1972). Deutlich lassen sich die Sphagnumtorfe von anderen Torfarten abgrenzen (Wollgrastorf, Seggentorf). Als Beispiele können die Profile vom Moor bei Ruppertsgrün und der Torflohe angeführt werden (Abb. 57). Bei den untersuchten Mooren ergab sich aber auch ein hoher Zinkgehalt in Bruchwaldtorfen und tonigeren Lagen, z.T. mit extremen Werten (Abb. 57). Mineralisches Material kann also gleichfalls für hohe Zinkwerte verantwortlich sein. Ein Anstieg der Werte in den obersten Lagen deutet wie bei den vorhergehannten Schwermetallen auf die zunehmende Umweltbelastung.

4.2. pH-Werte

Die Bestimmung des pH-Werts erfolgte nur stichprobenhaft und nicht über die gesamten Profile. Hier wurden öfters größere Schichtpackete zusammengefasst. Die Hochmoortorfe der Torflohe und des Moores bei Ruppertsgrün lieferten die niedrigsten Werte. Diese Torfe zeigen ein stark saueres Milieu (pH 2,7 bis 3,9). In den Übergangsmoortorfen der Häuselloh und in einigen Bruchwaldtorfen wurden Werte zwischen 3,2 und 4,8 gemessen. In einer Wollgrastorflage wurde in der Häuselloh allerdings auch der Extremwert mit 2,5 angetroffen. Eine weite Spanne ergab sich bei Messungen in Niedermoortorfen aus den Mooren Torflohe, Ruppertsgrün, Häuselloh, Oberteich, Sulzschlag und Klardorf. Die Messungen schwankten zwischen 3,2 und 5,8. Ganz allgemein läßt sich sagen, daß die höchsten Werte (i.a. um pH 5) im Moor von Klardorf ermittelt wurden. Dieses Moor ist aber auch das mit dem höchsten mineralischen Anteil in den Torfen.

4.3. Untersuchungen zur balneologischen Eignung der Torfe

Nach EICHELSDÖRFER (198o) sind folgende Punkte bei der Beurteilung von Badetorfen zu beachten: Untersuchungen an der Torflagerstätte, Kennzeichnung der Torfe nach äußerlichen Merkmalen, mikroskopische Untersuchung, mikrobiologische Untersuchung, physikalische und physikalisch-chemische Untersuchungen, chemische Untersuchungen. Neben den geologischen Untersuchungen der Lagerstätten (Mächtigkeit, Torfart, Schichtaufbau, Zersetzungsgrad, Aschegehalt etc.) und der mikroskopischen Analyse der Torfe, die in Kap. 3 und 6 dargestellt sind, wurden als physikalisch-chemische Kennwerte zur Beurteilung der balneologischen Eignung der Gehalt an Huminsäuren und die Wasserkapazität ermittelt. Vor allem aus der Menge der Huminsäuren und dem Zersetzungsgrad lassen sich wertvolle Rückschlüsse auf physiologisch aktive Substanzen ziehen. Die Wasserkapazität ist eine wichtige Größe für die Aufbereitung und die Ergiebigkeit des Materials.

Mikrobiologische Untersuchungen wurden nicht durchgeführt, ebenfalls nicht weitere organo-chemische Untersuchungen, die auf den Gehalt an bestimmten, organischen Stoffgruppen (Bitumen, Pektine, Zellulose, Lignine etc.) abzielen. Vor einer Verwendung im Badebetrieb sind folglich weitere Untersuchungen notwendig.

Die Beurteilung der Moore und Torfe nach den oben genannten Kriterien wurde auf die drei Fichtelgebirgsmoore Häuselloh, Ruppertsgrün, Mühlbacher Wald sowie die Lagerstätte in Klardorf beschränkt. Bei den Fichtelgebirgstorfen handelt es sich um eine Mischung aus Hoch-, Übergangs- und Niedermoortorfen entsprechend der Schichtbeschreibungen aus Kap. 3. Im Moor von Klardorf stehen stark mineralisierte Niedermoortorfe mit tonigen Einschaltungen an. Allen Torfen ist ein hoher Zersetzungsgrad (H 6 - 9) zueigen.

Beim Gehalt der Huminsäuren treten innerhalb der Fichtelgebirgsmoore nur kleinere Unterschiede auf (Tab. 9). Die Werte sind vergleichbar mit denen von EICHELSDÖRFER (1978), der den Torfen aus der Häuselloh gute

Eignung für den Badebetrieb bescheinigte. Deutlich niedriger liegen die Werte im Moor von Klardorf (Tab. 9). Eine der Ursachen dafür liegt sicherlich in der sehr hohen Mineralführung der Torfe mit durchschnittlich 51 %. Dennoch ist nach den Untersuchungen des Instituts für Wasserchemie und chemische Balneologie, München, das Material aus Klardorf bedingt geeignet zur Verabreichung von Badetorfbädern (EICHELSDÖRFER 1984, 1985).

Noch krasser offenbart sich der Unterschied bei der Wasserkapazität zwischen den Fichtelgebirgsmooren und dem Torf aus Klardorf. Mit durchschnittlich 5,6 g/cm³ liegen die Werte in Klardorf um den Faktor 4 niedriger als in den übrigen untersuchten Mooren (Tab. 9). Dies wirkt sich in zweifacher Sicht negativ für den Badebetrieb aus. Zum einen muß eine weitere Austrocknung des Materials vermieden werden, da die Torfe nur eine sehr geringe Quellfähigkeit aufweisen und bei stärkerer Austrocknung überhaupt nicht mehr quellfähig sind. Dies zeigt sich bei der Bestimmung des Wasseraufnahmevermögens, für das nur sehr niedrige Werte von 1,8 - 2,3 g/cm³ ermittelt werden konnten. Zum anderen ist die Aufbereitung und Handhabung des Materials bei den niedrigen Wasserkapazitäten problematisch. Als weiterer Nachteil kommt noch die Inhomogenität des Materials aus Klardorf hinzu. Allein bei Berücksichtigung dieser wenigen Punkte zeigt sich schon, daß die Torfe des Fichtelgebirges denen aus Klardorf weit überlegen sind.

	$\overline{Wg}$ (%)	$\overline{Awf}$ (%)	$\overline{H}$	$\overline{pH}$	$\overline{Huminsäuren}$ (%)	$\overline{WK}$ (g/cm³)
Klardorf	77,4	51,0	8,7	5,1	25,6	5,6
Ruppertsgrün	87,5	3,3	7,4	3,4	38,4	21,4
Mühlbacher Wald	88,3	4,2	7,8	3,2	4o,3	2o,2
Häuselloh	88,0	3,8	6,9	3,8	36,5	18,7

Tab. 9: Zusammenstellung der Mittelwerte von balneologisch wichtigen Kenndaten aus drei Fichtelgebirgsmooren und dem Moor von Klardorf.

5. Klimageschichte der spät- und postglazialen Zeit

Da in den nordostbayerischen Mittelgebirgen keinerlei Anhaltspunkt für eine Vergletscherung während des Pleistozäns zu finden ist, läßt sich der absolute Beginn der Moorbildung nicht exakt festlegen. Aus den ^{14}C-Analysen der basalen Torfe ergibt sich ein Einsetzen schon während der ausgehenden Weichsel-Eiszeit. Diese spätglaziale Phase umfaßt die Zonen I - III der mitteleuropäischen Klimazeitengliederung nach FIRBAS (1952). Sie begann etwa vor 14.ooo Jahren und endete etwa vor 1o.ooo Jahren (Abb. 41). In den Torfen des Fichtelgebirges weisen hohe Nichtbaumpollen-Werte auf eine waldarme, feucht-kühle Zeit hin. Hauptbestandteil der Vegetation waren Moose, Gräser und Kleinsträucher. An Bäumen traten vor allem Birken (Betula pubescens, Betula nana) und Weiden auf. Dies wird neben den Pollendiagrammen (FIRBAS 1949, 1952, FIRBAS & ROCHOW 1956, BEUG 1957) auch durch das regelmäßige Auftreten makroskopischer Reste in den Torfen bestätigt.

Zwei Intervalle (Bölling = I b, Alleröd = II) und zwei Kryomer-Rückschläge (Ältere Dryas = I c, Jüngere Dryas = III) sind in dieser Zeit in Europa weiträumig nachweisbar. Im Rahmen der Klimaverbesserungen des Böllings und des Alleröds erfolgte eine allmählich dichter werdende pflanzliche Besiedlung. Vor allem das Alleröd war in den Fichtelgebirgsmooren die erste umfangreichere Torfbildungsphase (Abb. 42). Spuren des Böllings lassen sich auf Grund der wenigen Datierungen nicht mit Sicherheit festlegen. Während der Klimarückschläge der Älteren und Jüngeren Dryas-Zeit zogen sich die Gehölzpflanzen weitestgehend aus dem Mittelgebirgsraum zurück. Der Boden war somit wieder stärkeren Abtragungsvorgängen ausgeliefert. In den Torfen spiegeln sich diese Vorgänge durch die Bildung stark aschereicher Schichten bzw. von Tonmudden wieder. Während sich das Kryomer der Älteren Dryas nur in der Häuselloh andeutet (Abb.42), ist der Klimarückschlag der Jüngeren Dryas in vielen Mooren deutlich ausgebildet (Abb. 47). Auch in den Pollendiagrammen kommt diese Zeit durch das Hochschnellen der Nichtbaumpollen-Werte als Kaltzeit zum Ausdruck (BEUG 1957). Mit dem Ende dieser Kaltzeit, die für mehrere hundert Jahre die Wälder weitestgehend verdrängte, wird die Grenze zwischen

Pleistozän und Holozän gezogen.

Etwa 1o.2oo Jahre vor heute setzte eine deutliche Erwärmung und die rasche Walderschließung der Mittelgebirge durch Birke und Kiefer ein (Präboreal = Pollenzone IV im Sinne von FIRBAS). Mit dieser Erwärmung begann in den nordostbayerischen Mittelgebirgen das großflächige Niedermoorwachstum mit Cyperaceen, Schilf, Schachtelhalm, Birken und Weiden. Die Altersdatierung einer tonigen Lage aus der Häuselloh mit 9.9oo ± 345 Jahre vor heute (HV 12488) deutet nochmals auf eine kürzere Kaltphase hin. Unter Umständen handelt es sich dabei um die von KLIEWE (1978) "Jüngste Dryas" genannte Zeit, die das Präboreal in weiten Teilen Europas unterteilt (Zone IV b).

Die Erwärmung setzte sich im anschließenden Boreal (V) fort. Insgesamt war dieser Zeitabschnitt relativ trocken. Ein guter Anzeiger für die günstigeren Klimabedingungen ist die rasche Ausbreitung der Hasel (Corylus avellana) in den Pollendiagrammen (FIRBAS 1949, 1952, FIRBAS & ROCHOW 1956, BEUG 1957, LANGNER 1962). Neben der Kiefer ist in den Pollenspektren schon der Eichenmischwald (Eiche, Buche, Linde, Ulme) stark beteiligt. Im Boreal setzte sich die Bildung der Niedermoortorfe mit einem breiten Pflanzenspektrum fort. Etwa an der Grenze zum Atlantikum schalten sich die ersten Übergangsmoortorfe in die Schichtfolge ein.

Das Klimaoptimum der Nacheiszeit, bei dem die durchschnittliche Sommertemperatur 2 - 3° C über den heutigen gelegen haben dürfte (AVERDIECK et al. 198o), wurde dann im Atlantikum (VI, VII) erreicht. Während dieser Zeit herrschte insgesamt ein deutlich feuchteres Klima. In den Pollendiagrammen dominiert nun der Eichenmischwald, daneben die Hasel. In weiten Teilen des Fichtelgebirges bildeten sich Bruchwaldtorfe, überwiegend mit Kiefern und Fichten. Aus dem raschen Wechsel der Dichte der Jahresringe bei den Holzresten der Torflohe schloß WITTKE (1954 und FIRBAS, MÜNNICH & WITTKE 1958) einen Wechsel zwischen extrem trockenen Jahren (enge Jahresringe) und überaus niederschlagsreichen (weite Jahresringe). Diese trockenen Jahre haben offensichtlich den Nadelhölzern genügt, um die Moore als Standorte für sich zu erschließen. Daneben belegen die Funde von Eicheln und Haselnüssen in den Bruchwaldtorfen die

milden klimatischen Bedingungen. Kennzeichnend für das Atlantikum ist weiterhin das Einsetzen von Wollgras- und Sphagnum-Torfen.

Etwa 4.5oo bis 4.ooo Jahre vor heute trat eine Klimaänderung zu trockeneren Bedingungen ein. Diese noch relativ warme Zeit wird als Subboreal (VIII) bezeichnet (Abb. 41). In der Übergangszeit vom Atlantikum zum Subboreal liegt ein leichter Aschegehaltsanstieg in den meisten Fichtelgebirgsmooren. Die Ursache dafür dürfte in Zusammenhang mit der Klimaveränderung stehen, ohne daß sich die auslösenden Faktoren genau festlegen lassen. Im Subboreal haben einige Moore das Hochmoorstadium schon eindeutig erreicht.

Etwa 2.6oo Jahre vor heute beginnt das Subatlantikum (IX, X), das wieder ein etwas feuchteres Klima mit sich bringt. Für diese Zeit lassen sich auf Grund der Torfarten und Aschegehalte keine sicheren Aussagen mehr treffen. Hier verwischen Moorsackung und Verlust an organischem Material im Zuge der Entwässerungsmaßnahmen eine eindeutige klimatologische Aussage für das Fichtelgebirge und den Frankenwald.

6. Lagerstättenkundliche und wirtschaftliche Aspekte der nordostbayerischen Moore

6.1. Allgemeine wirtschaftliche Situation

Für eine wirtschaftliche Nutzung der Moore und der darin enthaltenen Torfe sind viele Faktoren von entscheidender Bedeutung. In erster Linie ist ein Abbau des Torfs abhängig von der gewinnbaren Menge und der Qualität. Weiter wird eine Abbauentscheidung durch die örtlichen Verhältnisse bestimmt (Abbauflächen, Einsatzmöglichkeit von Maschinen, Zufahrtswege, Entwässerungsmaßnahmen, Rodungsarbeiten, klimatischen Verhältnissen etc.). Speziell beim Torfabbau sind auch ökologische Gesichtspunkte sowie die Artenerhaltung von Tieren und Pflanzen zu berücksichtigen. Als weiterer Punkt, dem Bedeutung beikommt, sind die Eigentumsverhältnisse an den Mooren zu betrachten. Für einen beabsichtigten Abbau ist unbedingt auch vorher die Marktlage zu prüfen, ob Bedarf an dem in der Nähe vorhandenen Rohstoff in seiner ortstypischen Qualität ist, denn Torf ist wie die Rohstoffe der Sand- und Kiesindustrie sehr frachtkostenabhängig.

Schon bei Betrachtung nur weniger dieser Punkte offenbaren sich die Probleme eines wirtschaftlichen Torfabbaus in den nordostbayerischen Mittelgebirgen. Die heute noch vorhandenen Moore sind überwiegend kleinflächig. Man kann also keinesfalls die Voraussetzungen für einen maschinellen Torfabbau wählen, wie sie in den Mooren Norddeutschlands und Oberbayerns heute üblich sind. Als erstes stehen gar nicht die geschlossenen Flächen -- 5o ha mit einer Mindestmächtigkeit von 1 m Torf (KAMPF 1973, RICHARD 1977) -- zur Verfügung. Weiterhin entfällt bei den nordostbayerischen Mooren der gesamte Absatzsektor des Erwerbsgartenbaus, da hier nur schwach zersetzte Hochmoortorfe (Weißtorf) zur Anwendung kommen. Wie sich bei den Untersuchungen aber zeigte, gibt es mit Ausnahme der Torflohe -- und hier nur in mengenmäßig indiskutabler Form -- kein Moor, das mit Weißtorf vergleichbares Material enthält. Das wesentlich inhomogenere Material der Übergangs- und Niedermoortorfe sowie die bescheidenen Mengen der einzelnen Vorkommen verhindern auch, daß neuere Entwicklungen

für stark zersetzte Hochmoortorfe (Schwarztorf), wie durchfrorener Schwarztorf für gärtnerische Zwecke, Gewinnung von Aktivkohle, Torfkoks, Torfvergasung (GRUMPELT 1983, LÜTTIG 1983 b) und Schwarztorfgranulat als Filtermedium für Schwermetalle (LUDWIG et al. 1983), diskutabel sind. Da aber stark zersetzte Torfe bei der Vielzahl anderer Energieträger zum Verbrennen zu schade sind, bleibt somit als einzige volkswirtschaftliche Nutzungsmöglichkeit der Torfe Nordostbayerns der Einsatz in der Balneologie.

Bei Heilbehandlungen mit Torfpackungen, Torfwickeln und Torfbädern finden stark zersetzte Torfe der unterschiedlichsten Moortypen breite Verwendung. Der volkswirtschaftliche Nutzen ist als nicht gering anzusetzen (LÜTTIG 1984 a, 1984 b), wenn auch insgesamt der Verbrauch an Badetorf in der Bundesrepublik Deutschland mit o,8 % der geförderten Torfmenge sehr gering ist. Auf diesem Gebiet besteht durch die beiden Bäder Bad Steben und Bad Alexandersbad auch eine gewiße Nachfrage nach Torf, die etwa in der Größenordnung von 2.ooo - 3.ooo t pro Jahr liegt.

Zur Zeit scheint dies bei Abwägung aller Gesichtspunkte die einzige sinnvolle Nutzungsmöglichkeit der Torfvorkommen in den nordostbayerischen Mittelgebirgen zu sein. Durch den geringen Bedarf ist nur ein kleinflächiger Abbau, zu dem Hydraulikbagger und Lastkraftwagen genügen, notwendig. Torfreserven sind in der Region noch genügend vorhanden. Die Einleitung eines geregelten Abbaubetriebs scheitert augenblicklich an Gesichtspunkten des Naturschutzes bzw. an den privaten Interessen oder Preisvorstellungen der Mooreigner.

6.2. Rechtliche Bestimmungen für den Torfabbau in Bayern

Torf ist wie Sand und Kies ein grundeigener Rohstoff, d.h. der Grundeigentümer kann über die Verwendung des Torfes auf seinem Grundstück entscheiden, soweit dies nicht durch andere Rechtsvorschriften eingeengt wird. Torfabbau unterliegt nicht der Aufsicht der Bergämter, da der große Bereich der Steine- und Erdengewinnung nicht unter das Bundesberggesetz fällt. Zuständig für den Torfabbau sind die Baubehörden, denn er gehört zu den Abgrabungen.

Gesetzliche Vorschriften für den Torfabbau in Bayern sind die Bayerische Bauordnung, das Bayerische Naturschutzgesetz sowie die Richtlinien für Anlagen zur Gewinnung von Kies, Sand, Steinen und Erden. Diese Gesetze lösten zu Beginn der 7o er Jahre das Bayerische Torfwirtschaftsgesetz von 192o ab, das aber erst 1981 endgültig aufgehoben wurde (SCHUCH & LAFORCE 1985). Im Torfwirtschaftsgesetz behielt sich der Staat die Nutzung der Torfgrundstücke vor.

"Soweit es zur Förderung der Torfgewinnung im öffentlichen Interesse geboten ist, kann die zuständige Behörde
1. an Grundstücken, die zur Gewinnung von Torf geeignet sind ("Torfgrundstücke"), zugunsten des Staates oder einer von ihm bezeichneten Person das Recht zur Entnahme von Torf oder sonstiger Benutzungsrechte bestellen,
2. das Eigentum an solchen Grundstücken auf den Staat oder die von ihm bezeichnete Person übertragen." (Art. 1, Bayerisches Torfwirtschaftsgesetz von 192o).

Neben der Nutzung war hier also auch in einzelnen Fällen Enteignung zum Zwecke der Torfgewinnung vorgesehen. Dieses Gesetzeswerk war allein auf die Torfgewinnung abgestimmt und enthielt als einzige ökologische Auflage die Forderung, daß nach der Abtorfung die Möglichkeit späterer Nutzung (Land-, Forst- oder Teichwirtschaft) nicht ausgeschlossen war (Art. 2o, Bayerisches Torfwirtschaftsgesetz von 192o). In der Praxis bedeutete das, daß meistens 4o - 5o cm Torf an der Basis der Moore erhalten blieben.

Erst als der Gedanke des Naturschutzes in Form des Bayerischen Naturschutzgesetzes von 1973 auch bei den Gesetzen und Verordnungen Einzug hielt, wurde dieses Torfwirtschaftsgesetz in weiten Teilen abgelöst. Für den heutigen Torfabbau ist vor allem der Art. 6 des Bayerischen Naturschutzgesetzes von Bedeutung, der Eingriffe in den Naturhaushalt regelt. Speziell für Feuchtgebiete, zu denen Moore ohne Zweifel zu zählen sind, wurde der Art. 6 durch den Art. 6 d im Jahr 1982 ergänzt. Maßnahmen, die zur Zerstörung, Beschädigung, nachhaltigen Störung oder Veränderung des charakteristischen Zustandes der Naß- oder Feuchtflächen führen, sind von nun an von der Genehmigung der Naturschutzbehörde abhängig. Insbesondere folgende Vorhaben sind grundsätzlich in Mooren genehmigungspflichtig: Drainagen, Abgrabungen, Auffüllungen, Verrohrungen

Aufforstungen, Düngung, Errichtung baulicher Anlagen und Einsatz von Herbiziden (ENGELHARDT & BRENNER 1984). Zuständig für die Erteilung dieser Genehmigung ist die Kreisverwaltung als die untere Naturschutzbehörde.

Weiterhin unterliegt der Torfabbau als Gewinnung von Steinen und Erden der Bayerischen Bauordnung und den Richtlinien für Anlagen zur Gewinnung von Kies, Sand, Steinen und Erden. Torfabbau fällt unter die große Gruppe der Abgrabungen, die nur bei einer Grundfläche von weniger als 2oo m^2 und bei einer Mächtigkeit von weniger als 2 m genehmigungsfrei sind (Art. 66, 2 Bayerische Bauordnung). Auch bei nichtgenehmigungspflichtigen Abgrabungen überwacht die Bauaufsichtsbehörde die Anlagen und kann auf Einhaltung bestimmter Auflagen bestehen (Art. 63,2 Bayerische Bauordnung).

Die Sicherung der Rohstofflagerstätten, also auch der Torflagerstätten, und ihrer Zugänglichkeit ist eine wichtige Aufgabe der Landesplanung. Das Landesentwicklungsprogramm von Bayern, das 1976 als Verordnung in Kraft getreten ist, schreibt dies als eines der Ziele vor. Danach sollen durch die regionalen Planungsverbände in den Regionalplänen Vorrang- und Vorbehaltsflächen für den Rohstoffabbau ausgewiesen werden. Die Ziele der Raumordnung und Landesplanung binden zwar alle öffentlichen Planungsträger, entfalten jedoch keine unmittelbare Rechtswirkung für oder gegen private Interessen -- im Falle des Torfs also die Interessen der Mooreigner bzw. der Bäderbetriebsgesellschaften. Um unmittelbar gegenüber den privaten Eignern zu wirken, müssen die Ziele der Rohstoffsicherung durch entsprechende Festsetzungen in den Bauleitplänen abgesichert sein. Die Zuständigkeit von Bauleitplänen fällt nach dem Bundesbaugesetz in die Zuständigkeit der Gemeinden (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESPLANUNG UND UMWELTFRAGEN 1981). Durch Hinweise in den übergeordneten Regionalplänen auf die Bedeutung der Rohstofflächen für die Allgemeinheit und durch die Bezeichnung als raum- und entwicklungspolitisches Ziel werden die Gemeinden nach dem Bundesbaugesetz gezwungen, ihre Planung an den Zielen der Raumordnung und Landesplanung auszurichten (MENTGES 1979).

Entscheidend für die Erhaltung und Entwicklung des nordostbayerischen Torfabbaus ist somit die Anerkennung des Moorbadebetriebs in den genannten Bädern als regionales Planungsziel und, in Folge dessen, die Aushaltung von Abgrabungsflächen im Zuge der örtlichen Bauleitplanung. Die Interessen der Bäder könnten bei der Erstellung der Flächennutzungspläne (= vorbereitender Bauleitplan) berücksichtigt werden. Bei der Erstellung dieser Pläne ist eine Zusammenarbeit auf Kreisebene von Kreisverwaltung, Amt für Landwirtschaft, Forstämtern, Wasserwirtschaftsämtern, Flurbereinigungsdirektionen sowie Fachkräften aus Naturschutz und Landespflege vorgeschrieben, soweit es die Gewinnung von Rohstoffen betrifft (Richtlinien für Anlagen zur Gewinnung von Kies, Sand, Steinen und Erden: Abschnitt Planung Art. 2) . In diesem Rahmen ist auch eine Ausweisung der Torfgewinnungsflächen möglich, die später dann als Abgrabungsflächen in die Bebauungspläne (= verbindlicher Bauleitplan) übernommen werden können und somit als alleinige Nutzung den Torfabbau zulassen.

6.3. Abbaumethodik

Der Abbau von Badetorf im genannten Umfang von 2.ooo bis 3.ooo t pro Jahr bereitet weder maschinell, organisatorisch oder abbautechnisch große Probleme. Die meisten noch geeigneten Moorteile sind in der Regel so stark entwässert, daß weitere Drainagen nicht mehr notwendig sind. Auch ist die Tragfähigkeit der Böden schon relativ hoch. Gewisse Schwierigkeiten können bei der An- und Abfahrt über wiedervernäßte alte Torfstiche oder über Abbaukanten auftreten. Hier läßt sich aber meist mit wenig Aufwand und ohne größere Eingriffe ein Fahrweg anlegen, wie das Beispiel im Moor bei Ruppertsgrün zeigt.

Die Torfgewinnung selber ist mit Löffelbaggern zu bewerkstelligen, die am günstigsten auf den abzutorfenden Moorteilen plaziert werden. Von hier ist ein selektiver Abbau möglich, wobei einzelne Lagen wie Bruchwaldtorfe oder sandige Partien leicht ausgehalten werden können. Aus klimatischen Gründen ist die Abbauzeit auf die Sommer- und Herbstmonate begrenzt. Vor dem Torfabbau sind fast überall Rodungsmaßnahmen notwendig, da fast alle Moore von Wald bedeckt sind.

Der Transport des Torfs vom Moor zum Badebetrieb kann mit Lastkraftwagen erfolgen. Eine längere Verweilzeit des abgebauten Torfs zum Trocknen in der Nähe des Moores erscheint nicht sinnvoll. Die stark zersetzten Übergangs- und Niedermoortorfe verlieren bei der Austrocknung einen Großteil ihrer Quellfähigkeit.

6.4. Wirtschaftliche Überlegungen zur Badetorfversorgung der nordostbayerischen Bäder

6.4.1. Kostensituation

Die Kostensituation der niedersächsischen Bäder mit Badetorfapplikation analysierte in jüngster Zeit SCHNEEKLOTH (1985). Im Durchschnitt entfallen dort 88 % der Aufwendungen auf den Unterhalt der Anlagen und die Aufbereitung, etwa 3 % auf den Transport vom Moor zum Bad, etwa 2 % auf die Deponiekosten und nur etwa 8 % auf den Rohstoff Torf. Als Mittelwerte je m^3 gibt er ca. 27o DM für Aufbereitung und Unterhalt, 8 DM für Transport (bzw. o,5o DM je Kilometer), 4 - 5 DM Deponiekosten und 21 - 28 DM für den Torf an. Insgesamt ermittelte er 325 DM je m^3 im Durchschnitt.

Man kann davon ausgehen, daß mit Ausnahme der Transportkosten die Kosten in Bad Alexandersbad und Bad Steben im Bereich dieser Mittelwerte liegen. Bei der Nutzung der heimischen Moore kamen aber noch Zahlungen für die auf den Mooren stehenden Bäume hinzu, die beim Torfabbau gefällt werden mußten, und z.T. Kosten für die Benutzung von Privatwegen beim Abtransport des Badetorfs. Durch den Verlust der Torflagerstätten in näherer Umgebung haben sich vor allem die Transportkosten entscheidend verteuert und liegen weit über dem von SCHNEEKLOTH ermitteltem Mittelwert von 8 DM. Beide Bäder sind schon seit geraumer Zeit darauf angewiesen, ihren Badetorf aus weiter entfernten Regionen zu beziehen. So kamen schon seit mehreren Jahren die Lieferungen für Bad Steben aus der Rhön. Diese Lagerstätte wurde nun vor kurzem unter Naturschutz gestellt. Der Torfabbau ist hier vollständig erlegen. In Bad Alexandersbad wurde Torf aus dem Moor bei Klardorf (Landkreis Schwandorf) eingesetzt. Die Transportkosten schlugen hier mit fast 4o DM/t zu Buche. Kom-

pensiert wurden diese Kosten durch den relativ günstigen Rohstoffpreis, der in Klardorf möglich war, weil beim Abbau der tertiären Tone ein Niedermoor im Hangenden abgeräumt werden muß,und dieses Material zum reinen Abbaupreis (Kosten für Bagger und Personal) abgegeben wurde. Auch für Bad Steben liefen Überlegungen, diese Lagerstätte für den Badebetrieb zu benutzen.

In letzter Zeit erfolgten dann aber Torflieferungen sowohl für Bad Alexandersbad als auch für Bad Steben aus Mooren der Firma Alpentorf bei Raubling im Landkreis Rosenheim. Bei diesen Torfen aus dem Voralpenland handelt es sich um Hochmoortorfe, die jeweils nach Bedarf mit Löffelbaggern gewonnen und sofort verladen werden. Die anfallenden Transportkosten belaufen sich auf 5o - 6o DM/t. Der Wechsel zu den oberbayerischen Torfen ist in erster Linie aus Aufbereitungsgründen bedingt gewesen, denn sehr nachteilig am Material aus Klardorf ist die inhomogene Zusammensetzung (Ton-, Mudde-, Sandlagen) und der hohe Anteil an Holzresten, von denen die größeren vor der Verwendung aussortiert werden mußten. Der hohe mineralische Anteil führt auch zu einem schnelleren Verschleiß der Anlagen.

Aus wirtschaftlicher Sicht sind Hochmoortorfe auch aus einem zweiten Grund überlegen. Sie sind nach den Untersuchungen von NAUCKE (1979) um den Faktor 1,72 ergiebiger als Niedermoortorfe. Praktisch bedeutet das, daß aus einer Tonne Torf aus Klardorf weniger Bäder zubereitet werden können als aus den oberbayerischen Torfen.

Daneben spricht ein weiterer wichtiger Grund für den Einsatz von Hochmoortorfen: die chemischen Eigenschaften. Hochmoortorfe enthalten im Mittel doppelt so hohe Bitumenanteile wie Niedermoortorfe. Auch die Menge der steroidhaltigen Verbindungen ist zwei-bis dreimal so hoch. Nur bei diesen Torfen konnten freie Östrogene nachgewiesen werden. Eine Verwendung in der Frauenheilkunde ist daher naheliegend (NAUCKE 1979).

Niedermoortorfe weisen durch ihre höhere Humifizierung in der Regel höhere Huminsäuregehalte auf. Da die Hyaluronidase-Hemmung mit der Humin-

Abb. 58: Torfmächtigkeit in der Häuselloh.

6.4.2.2. Torflohe

Die Gesamtfläche der Torflohe beträgt etwa 32 ha. Die maximale Torfmächtigkeit liegt bei etwas mehr als 5 m. Für einen Abbau sind noch ca. 8 ha interessant mit einer Mächtigkeit von 1 m oder mehr (Abb. 59). Der Lagerstätteninhalt auf dieser Fläche beträgt 25o.ooo m^3. Entsprechend den bei der Häuselloh genannten Faktoren reduziert sich dieser Betrag aber deutlich. Als Badetorf-Reserven dürften nur etwa 1oo.ooo m^3 anzusehen sein.

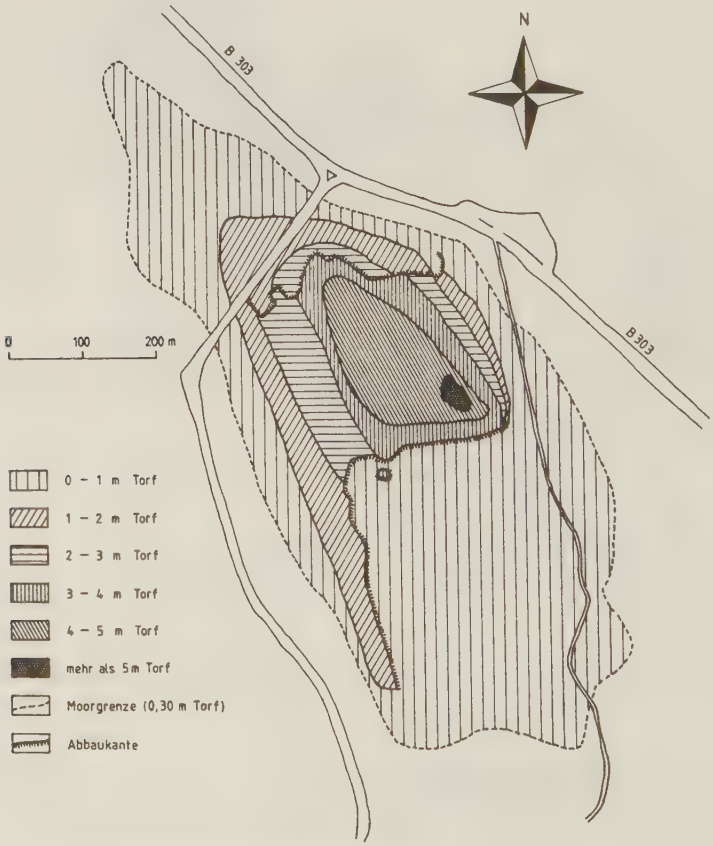

Abb. 59: Torfmächtigkeit in der Torflohe.

Qualitativ stehen hier die besten Torfe im Fichtelgebirge an (stark zersetzter Sphagnum- und Wollgrastorf). Im günstigsten Gebiet, in der Südostecke, erreichen sie bis zu 4 m Mächtigkeit. Der Anteil der Niedermoortorfe beschränkt sich auf die Basis des östlichen Moorteils und erreicht selten mehr als 1 m. Wesentlich günstiger als in der Häuselloh ist auch die Lage des Bruchwaldtorfhorizonts. Er ist meist erst in 2 bis 3 m Tiefe an der Basis der Sphagnum-Torfe anzutreffen. Im Westteil des Moores sind die Bruchwaldtorfe die basale Schicht. Die Entwässerung nach Süden zum Fichtelsee bzw. nach Norden zum Weißen Main ist problemlos durch die Sattelposition des Moores (Abb. 39). Das Moor befindet sich im Besitz des Freistaates Bayern. Von Bad Alexandersbad ist die Torflohe nur 12 km entfernt (Luftlinie).

Ebenso wie die Häuselloh ist die Torflohe Naturschutzgebiet, zusammen mit den benachbarten Flurstücken Seelohe und Hüttenlohe. Auch hier wird in erster Linie der ausgedehnte Bergkieferbestand auf dem Moor geschützt. Hinzu kommt aber, daß die Torflohe noch weitgehend ihren Hochmoorcharakter bewahren konnte. Nach der Einstufung von KAULE (1974) ist dieses Moor noch weitgehend ursprünglich mit sehr guter Teilflächenerhaltung. Selbst ein teilweiser Abbau wäre ein massiver Eingriff in die Struktur des Moores. Weiter spricht gegen einen Abbau, daß es sich bei dem Naturschutzgebiet Torf-, See- und Hüttenlohe und dem nahegelegenen Fichtelsee um eine der schönsten, touristischen Attraktionen des Fichtelgebirges handelt, die im Sommer unzählige Besucher anzieht. Diese Gesichtspunkte dürften eine Abbaugenehmigung unwahrscheinlich erscheinen lassen.

6.4.2.3. Ruppertsgrün

Die Fläche dieses Moores beträgt etwa noch 7 ha. Als größte Mächtigkeit wurden 3,4o m Torf erbohrt. 2 ha der Moorfläche sind noch als Abbauflächen interessant (Mächtigkeit mehr als 1 m, Abb. 6o). Diese Moorteile beinhalten ca. 4o.ooo m^3 Torf. Als Badetorf-Reserven kann man davon 15.ooo m^3 bezeichnen.

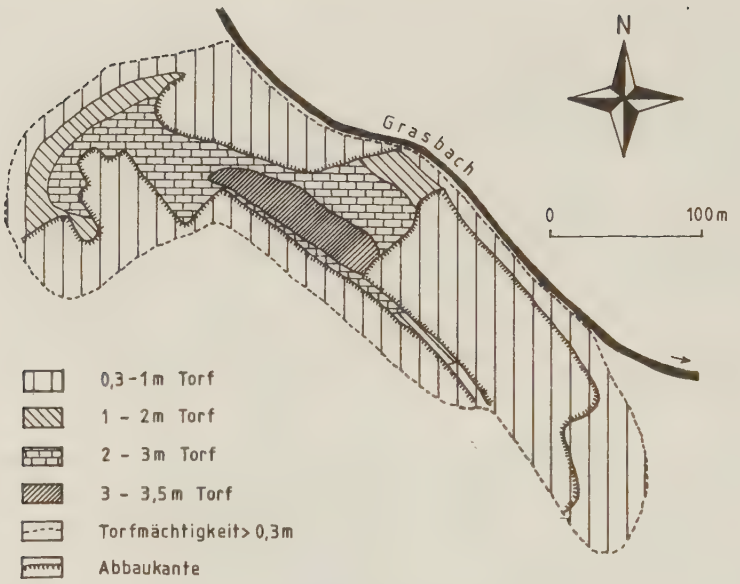

Abb. 6o: Torfmächtigkeit im Moor bei Ruppertsgrün

Der oberste Teil des Moores besteht aus Sphagnum-Torf, die überwiegende Menge ist allerdings Übergangs- und Niedermoortorf. Auch hier bereitet die verkehrsmäßige Erschließung über landwirtschaftliche Wege im Westen, Südwesten und Osten keine Probleme. Für den Abbau im Jahr 1982 wurde an der Nordostseite parallel zum Grasbach ein befahrbarer Weg zur Abbaukante angelegt. Durch die starke Inanspruchnahme des Moores sind z.T. sehr kleinflächige Parzellen entstanden (Abb. 6o), die jedoch mit einem Löffelbagger problemlos abgebaut werden können, wie die Torfgewinnung 1982 zeigte. Die Entfernung (Luftlinie) nach Bad Alexandersbad beträgt 16 km.

Das Moor befindet sich in Besitz mehrerer Privatpersonen. Der Torfabbau erlag hier, weil mit den Eignern keine Übereinkunft mehr zu erzielen war. Einige waren nicht weiter bereit, Torf für Badezwecke abzugeben, da er von ihnen als Energieträger für den persönlichen Bedarf in

Krisenzeiten angesehen wird. Auch wurden z.T. sehr hohe Ausgleichszahlungen für die gefällten Bäume verlangt (Frdl. Mitteilung von Herrn K. WÖLLNER).

Das Moor bei Ruppertsgrün ist schon soweit entwässert, daß weitere Maßnahmen für eine Abbauvorbereitung nicht mehr notwendig sind. Nachteilig beim Abbau ist hier nur der Bruchwaldtorfhorizont etwa in der Mitte der Torffolge und der Bestand von Kiefern, Fichten und Birken im Moorgebiet, der erst umfangreiche Rodungsarbeiten nötig macht.

6.4.2.4. Mühlbacher Wald

Das Moor im Mühlbacher Wald hat eine Fläche von etwa 12 ha. Torf steht noch mit einer Mächtigkeit bis zu 3,4o m an (Abb. 61). Die für einen Abbau geeignete Fläche mit Mächtigkeiten von 1 m und mehr beträgt etwa 3,5 ha. Der Lagerstätteninhalt wurde mit ca. 75.ooo m^3 ermittelt. Davon sind allerdings nur etwa 25.ooo m^3 Torf-Reserven.

Qualitativ handelt es sich um Hochmoortorfe im Top, Übergangsmoortorfe im mittleren Drittel, vergleichbar denen aus der Häuselloh,und Niedermoortorfe im untersten Drittel. Wie in den oben beschriebenen Lagerstätten bereitet auch im Moor im Mühlbacher Wald die verkehrsmäßige Erschließung keine Schwierigkeiten. Eine geteerte Straße führt bis an das Ostende des Moores. Im Norden und Süden wird es von land- und forstwirtschaftlichen Wegen eingerahmt. Spuren einer Schneise auf dem Moor zeigen, daß eine Befahrung möglich ist. Die Hangneigung sorgt dafür, daß das Wasser aus dem Moor nach Westen leicht abfließen kann. So ist in diesem Moor ebenfalls eine starke Austrocknung der nichtabgebauten Moorteile zu beobachten.

Schwierigkeiten könnten sich aus der Tatsache ergeben, daß auch dieses Moor in Privatbesitz befindet. Sonst dürften die einzigen Probleme der Baumbestand auf dem Moor und die Lage des Bruchwaldtorfhorizonts (o,9o - 1,5o m unterhalb der Geländeoberfläche) sein. Bad Alexandersbad ist von diesem Moor 23 Km (Luftlinie) entfernt.

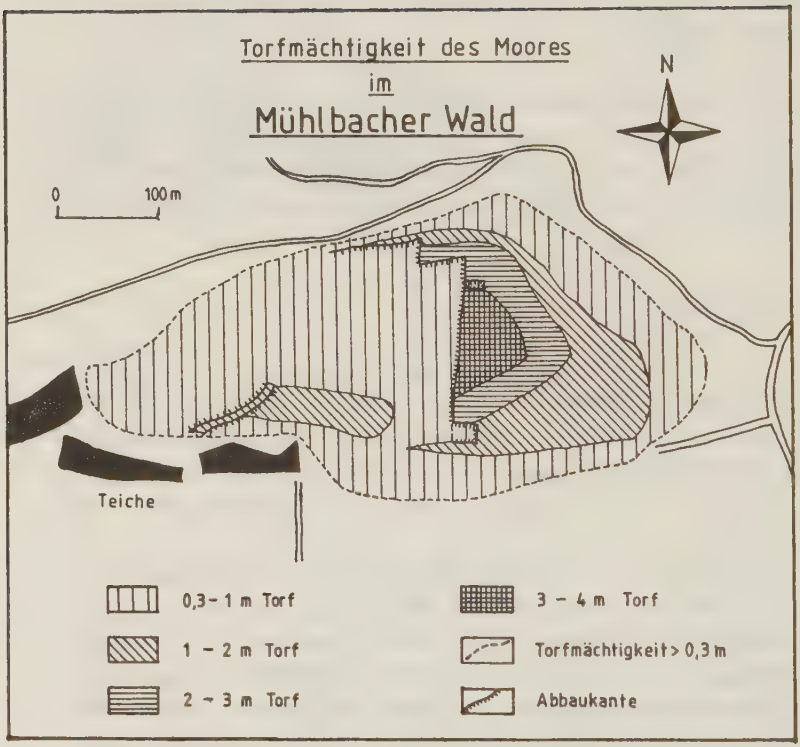

Abb. 61: Torfmächtigkeit im Moor im Mühlbacher Wald.

6.4.2.5. Klardorf

Solange die Abbau- und Transportkosten in dem beschriebenen Maß stabil bleiben,ist auch das 83 Km entfernte (Luftlinie) Niedermoor von Klardorf für Bad Alexandersbad interessant. Die maximale Torfmächtigkeit beträgt hier 4,5o m (Abb. 62). Auf dem Gebiet der Tongrube Klardorf stehen etwa 14 ha für den Abbau zur Verfügung. Der Lagerstätteninhalt beläuft sich in diesem Teil auf ca. 4oo.ooo m^3 Torf mit dünnen Muddelagen. Die

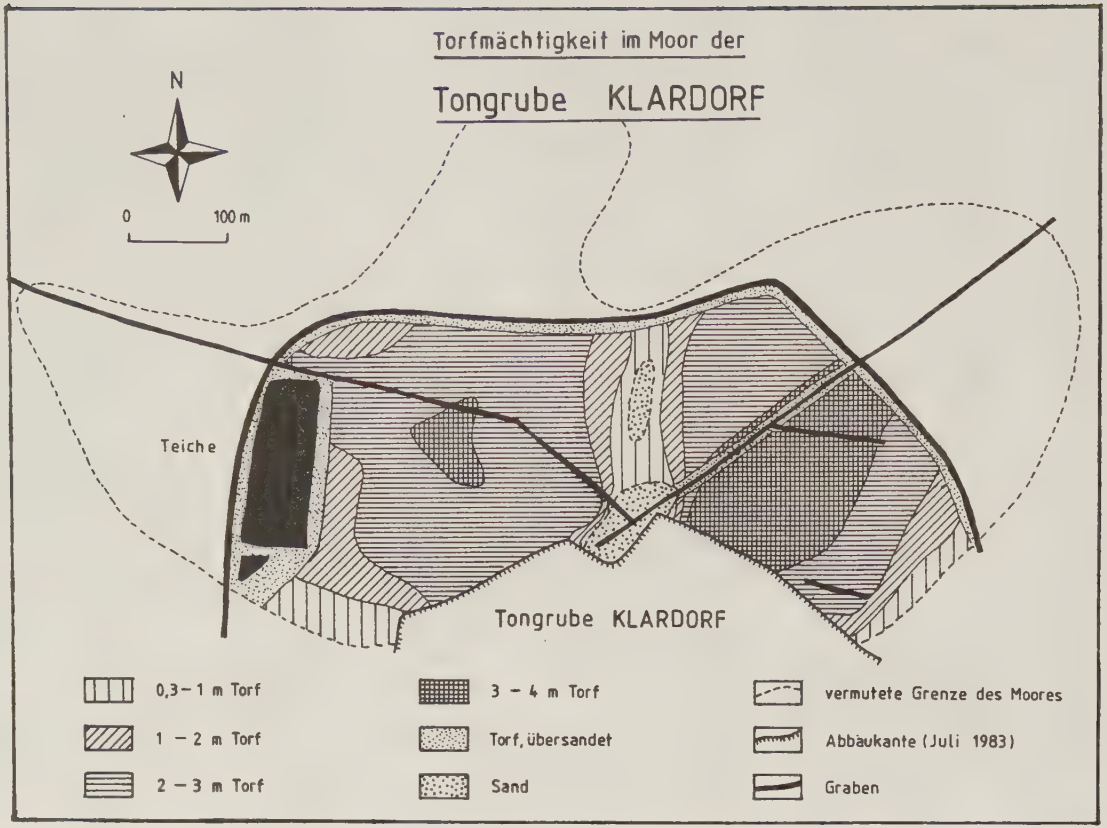

Abb. 62: Torfmächtigkeit im Moor von Klardorf

Menge an gewinnbarem Torf für Badezwecke läßt sich nur schwer festlegen, da der Abbau sehr selektiv vorgehen muß, um die zahlreichen mineralischen Einschaltungen und holzreichen Partien auszuhalten. Sicherlich ist ein Wert von 8o.ooo - 1oo.ooo m^3 als Torfreserve nicht zu hoch angesetzt.

Durch den Abbau der unter dem Moor anstehenden tertiären Tone ist eine Gewinnung über längere Zeit gesichert. Auch von Seiten des Naturschutzes sind keine Schwierigkeiten zu erwarten, da das Moor schon weitestgehend ausgetrocknet und übersandet ist. Unter Umständen können auch die mächtigen Muddeablagerungen einer balneologischen oder medizinischen Nutzung zugeführt werden.

Die Hauptnachteile der Lagerstätte von Klardorf liegen in dem relativ minderwertigen Material, wie schon in Kap. 4.3. und 6.1. dargelegt wurde. Die geringe Ergiebigkeit, der häufig vorhandene Sandanteil, die bei ungerichtetem Abbau unvermeidliche Hereinnahme mineralischer Schichten und die große Zahl an Holzresten beeinträchtigen den Badebetrieb stark. Prinzipiell ist das Material aber noch geeignet (EICHELSDÖRFER 1985). Auch als Lagerstätte mit einer sicheren Zugänglichkeit und einer nicht unbedeutenden Rohstoffreserve ist dieses Moor für die beiden Bäder zur Überbrückung eventueller Engpässe nicht zu unterschätzen.

6.4.2.6. Sonstige Moore

Bei den oben beschriebenen Mooren ist ein Abbau unter den heutigen technischen Voraussetzungen für die Badetorfversorgung der nordostbayerischen Bäder über einige Jahre bzw. Jahrzehnte wirtschaftlich durchführbar. Von den übrigen Mooren können fünf gerade noch an der Grenze zwischen Torfvorkommen und Torflagerstätte eingeordnet werden. Hier ist ein kurzzeitiger, kleinflächiger Abbau noch bedingt möglich. Die Kosten dürften allerdings etwas höher liegen, da die kleinen Flächen ein häufiges Umsetzen der Geräte erforderlich machen, und auch die verkehrsmäßige Erschließung problematischer ist. Dennoch beinhalten diese fünf Moore genügend Torf in guter Qualität, so daß sie für kurzeitige Überbrückung eventueller Beschaffungsschwierigkeiten in Betracht zu ziehen sind.

Zu dieser Gruppe gehört das Moor "Im Moos" südlich von Tirschenreuth. Die Gesamtfläche beträgt ca. 25 ha. Die Torfmächtigkeit erreicht stellenweise noch bis zu 4,3o m. Überwiegend sind es Niedermoortorfe. Der Lagerstätteninhalt dürfte noch 12o.ooo m^3 umfassen, davon sind etwa 3o.ooo - 4o.ooo m^3 als Torfreserven für Badezwecke einzustufen. Das Moor ist durch früheren Torfabbau stark beeinträchtigt. Die zwischen den alten Torfstichen stehengebliebenen Moorteile dienen heute zum Großteil als Wochenendgrundstücke bzw. Schrebergärten. Da der saure Untergrund ein normales Pflanzenwachstum der Zier- und Nutzgewächse verhindert, werden große Mengen an Erde und Bauschutt auf die einzelnen Parzellen gefahren, um wenigstens eine dünne mineralische Bodenschicht zu erhalten. Begleitet werden diese Maßnahmen durch eine intensive Kalkung zur Anhebung der niedrigen pH-Werte. Das Moorgebiet befindet sich z.T. in Privatbesitz bzw. in Pacht und zum Teil in Besitz der Stadt Tirschenreuth. Von letzterer wurde auch ein Abwassergraben durch das Moor gezogen. Trotz der dichten Besiedlung sind aber einige der Moorparzellen noch weitestgehend unbeeinträchtigt. In diesen Teilen ist somit eine Torfgewinnung noch möglich. Der weitaus größte Teil dürfte aber für die Ziele der Badetorfgewinnung verloren sein.

Das Moor bei Oberteich hat heute noch eine Fläche von ca. 26 ha. Wie die Abb. 63 zeigt,ist es im Zentralteil weitestgehend abgetorft. Nur in den randlichen Partien können noch Mächtigkeiten bis zu 1,9o m erreicht werden. Für einen kleinflächigen Abbau sind noch etwa 3 ha geeignet. Der Lagerstätteninhalt dürfte bei etwa 4o.ooo m^3 liegen. Für den Badebetrieb sind davon etwa 1o.ooo m^3 gewinnbar. Qualitativ handelt es sich um relativ aschereiche Niedermoortorfe mit ähnlichen Problemen bei der Aufbereitung,wie sie beim Torf aus Klardorf auftreten.

Das Moor im Waldstück "Sulzschlag" gliedert sich in einen Nordost- und Südwestkomplex. Beide sind über einen kleinen Bach, der nach Südwesten entwässert verbunden. Die Gesamtfläche der beiden Moore ist etwa 18 ha. Im Südwesten wurde die größte Torfmächtigkeit mit 1,1 m im Nordosten mit 1,9 m ermittelt. Auf einer Fläche von ca. 5 ha ist noch eine Mächtigkeit von 1 m oder mehr gegeben. Der Lagerstätteninhalt wurde mit 5o.ooo m^3 ermittelt. Eine Gewinnung von Badetorf ist aber höchstens

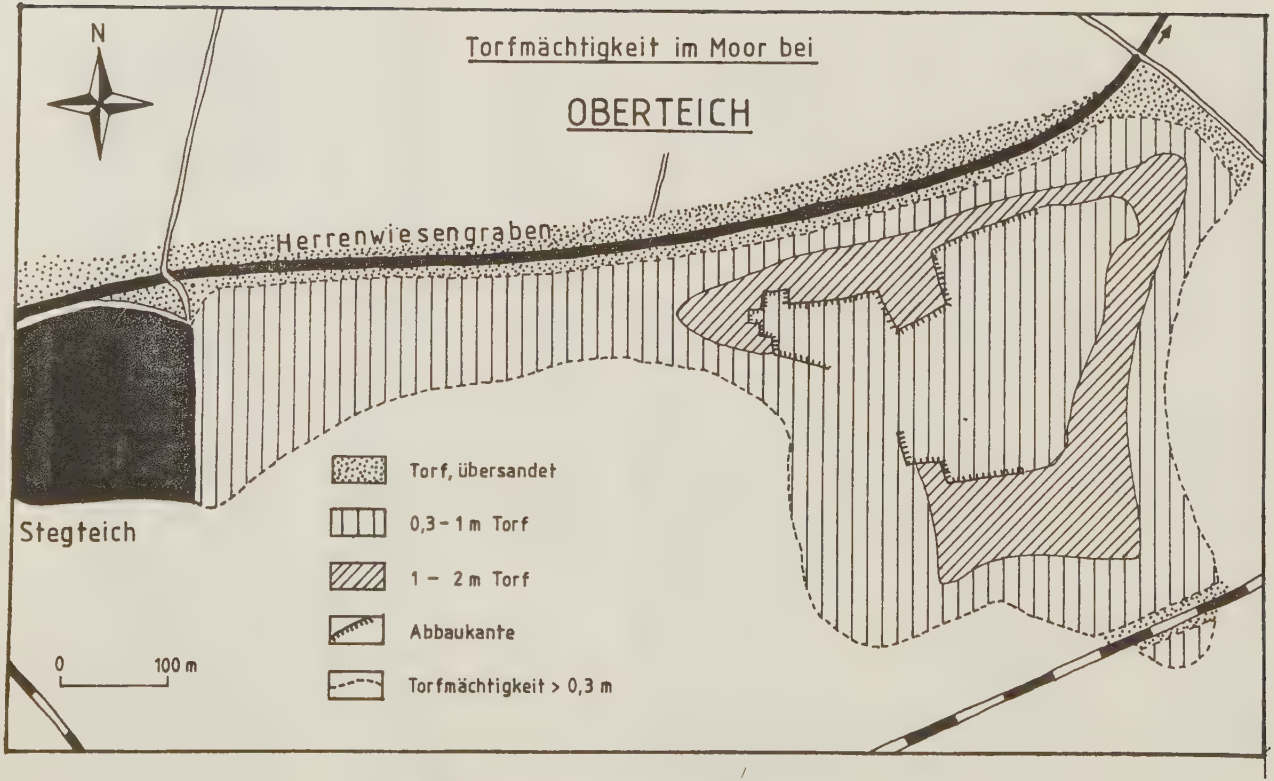

Abb. 63: Torfmächtigkeit im Moor bei Oberteich

im Nordostkomplex bedingt möglich. Die Badetorf-Reserven betragen hier etwa 1o.ooo m^3. Es sind überwiegend Niedermoortorfe, vereinzelt mit holzigeren Lagen. Gelegentlich tritt auch Wollgrastorf auf. Im Top der Folge stehen stellenweise auch Übergangs- und Hochmoortorfe an. Beide Moore sind von dichtem Fichtenwald bedeckt. Selbst in jüngster Zeit sind noch neue Fichtenschonungen auf dem Moor angesiedelt worden.

Bei Torfmächtigkeiten bis zu 2,5 m ist ein kleinräumiger Abbau auch im Moor von Voitsumra noch möglich. Dieses Moor, im Egergrund gelegen, umfaßt etwa noch 6 ha, von denen ca. 1,5 ha noch wirtschaftlich interessant sind. Der Lagerstätteninhalt liegt bei 3o.ooo m^3. Für balneologische Verwendung sind davon etwa 1o.ooo m^3 geeignet und gewinnbar. Das Moor von Voitsumra hat sich noch den Charakter einer Moorlandschaft bewahren können. Gleichzeitig treten hier sehr schöne Bestände an Bergkiefern auf. Speziell in den alten Torfstichen ist eine Wiedervernässung mit einer Vielzahl an typischen Moorpflanzen eingetreten.

In der Forstabteilung Sauborst in der Nähe von Sigmundsgrün sind ebenfalls die Reste eines Moores stehengeblieben. Die Fläche ist allerdings mit ca. 4 ha sehr gering. Im Westen und Südwesten schließt sich ein größeres anmooriges Gebiet an. Die maximale Mächtigkeit wurde mit 1,8 m erbohrt. Als mögliche Abbaufläche mit einer Mächtigkeit von mehr als 1 m wurden ca. 2 ha ermittelt. Die Lagerstätte beinhaltet ca. 2o.ooo m^3 Torf, wovon etwa 5.ooo m^3 für Badezwecke gewinnbar sind. Qualitativ sind es Nieder- und Übergangsmoortorfe. Auf dem Moor stockt ein dichter Fichtenwald.

Eine gewisse Bedeutung bei der Überbrückung von Lieferschwierigkeiten könnte noch den Mooren bei Carlsgrün und im Krötenseewald für Bad Steben zukommen. Die geringen Mengen rechtfertigen aber nicht die Einordnung als Torflagerstätten (Carlsgrün 15o m^3, Krötenseewald 3.ooo m^3), wobei der Vorteil von Carlsgrün allein in der freien Zugänglichkeit liegt. Alle übrigen Moore im Rahmen dieser Untersuchung scheiden als Torflagerstätten für die Badetorfversorgung aus. Meist sind sie von bäuerlichem Torfstich so stark beeinträchtigt, daß eine sinnvolle und wirtschaftliche

Rohstoffgewinnung mit modernen Geräten nicht mehr möglich ist. Auch sollte ein geregelter maschineller Abbau eine Torfmenge von mindestens 1.ooo t pro Jahr über wenigstens 3 bis 4 Jahre liefern, da sonst die Erschließungskosten in keinem Verhältnis zu den gewinnbaren Rohstoffmengen stehen, und somit ein Bezug aus weiter entfernteren Mooren wirtschaftlicher ist.

6.4.3. Zugänglichkeit des Torfes

Bei der Bestandsaufnahme der o.g. Moore ergibt sich eine Gesamtmenge von 381.ooo bis 411.ooo m^3 an gewinnbarem Badetorf allein in den als Torflagerstätten eingestuften Mooren. Das bedeutet, daß die Versorgung der nordostbayerischen Bäder bei voller Zugänglichkeit dieser Reserven und bei gleichbleibendem Verbrauch von ca. 2.ooo - 3.ooo m^3 Torf pro Jahr auf mehr als hundert Jahre hinaus gesichert wäre. Hinzu kommt, daß die vorliegende Untersuchung nicht flächendeckend für die einzelnen Landkreise ist. Sicherlich sind noch in einigen anderen Mooren Torfvorräte in der Größenordnung von mehreren zehntausend m^3 vorhanden.

Da jedoch auch von anderen Teilen der Gesellschaft Ansprüche auf die Moore gemacht werden -- hier vor allem von Seiten des Naturschutzes --, verringern sich die tatsächlich zugänglichen Torfmengen deutlich. Die beiden Naturschutzgebiete Häuselloh und Torfloh sind zur Zeit und auch in absehbarer Zukunft für die Badetorfgewinnung nicht mehr verfügbar. Berücksichtigt man weiter, daß die Vorkommen im Sulzschlag, Im Moos, bei Oberteich, bei Voitsumra und im Sauborst nur zur kurzzeitigen Überbrückung von Versorgungsschwierigkeiten geeignet sind sowie die Probleme, die mit den Eigentümern in Ruppertsgrün aufgetreten sind und bei der Mühlbacher Waldung auftreten können, so bleibt von den untersuchten Mooren als einziges zugängliches Rohstoffgewinnungsgebiet die Lagerstätte von Klardorf. Auch bei den nicht bearbeiteten Mooren dürfte die Zugänglichkeit nicht sehr hoch sein.

In dieser Situation ist eine raumordnerische Fehlplanung wie beim "Moos" südlich von Tirschenreuth doppelt bitter. Hier hätte eine Be-

siedlung erst nach der Ausbringung des Torfes erfolgen sollen. Dies hätte für die dortigen kleingärtnerischen Bestrebungen sicherlich günstigere Bedingungen geschaffen.

Trotz der sicheren Reserven von etwa 1oo.ooo m^3 im Moor von Klardorf ist diese Lagerstätte für den Dauerbetrieb in den nordostbayerischen Bädern wohl nicht geeignet. Neben den genannten Gründen der minderen Qualität (Probleme bei der Aufbereitung, geringe Ergiebigkeit, nicht einsetzbar bei der gynäkologischen Balneotherapie) besteht hier zusätzlich die Gefahr steigender Transport- und Abbaukosten, die den Preis pro Tonne Torf am Zielort schnell erheblich verteuern könnten. Die Folge wäre, daß die nordostbayerischen Bäder, trotz genügender Torf-Reserven in näherer Umgebung, nicht mehr mit anderen Bädern konkurrieren könnten, die ihre Lagerstätten in unmittelbarer Nähe noch zugänglich haben. Sinngemäß gelten diese letzten Überlegungen auch für die Versorgung mit Torf aus dem oberbayerischen Moor bei Raubling über eine Entfernung von mehr als 3oo km.

Falls auf Grund der genannten Gründe und der noch vorhandenen Torf-Reserven eine Rückwendung auf die näher gelegenen Fichtelgebirgsmoore erfolgen soll, ist ähnlich den Vorschlägen von LÜTTIG (1979 a), den Kies- und Sandabbau betreffend, eine Verankerung des Torfabbaus für balneologische Zwecke in der Raumordnung und Landesplanung notwendig, die zumindest den Landkreis Wunsiedel umfaßt. Dies wäre ein erster Schritt, um dem Torfabbau wieder einzelne Lagerstätten zugänglich zu machen. Bei der Erschließung der Moore ist ein Umdenken in Bezug auf die Menge und Dauer der Rohstoffgewinnung notwendig. Neben der Einsparung an frischem Material durch Wiederverwendung abgebadeter Torfe und damit einer Strekkung der Vorräte ist auch ein flexibleres Abbauverfahren notwendig. Nach Festlegung geeigneter Moore, auch unter Aspekten des Naturschutzes, sollte eine Reihe von Optionen auf Torfabbau in verschiedenen Mooren oder Moorteilen von Seiten der Bäderbetriebsgesellschaften erworben werden, in denen je nach Bedarf, Jahreszeit, Wasserverhältnissen, Befahrbarkeit, Rohstoffpreis etc. abwechselnd selektiver Abbau betrieben wird. Eine länger andauernde Versorgung aus nur einem Moor ist kaum mehr zu erreichen,da die großen Lagerstätten nicht mehr zugänglich gemacht werden können.

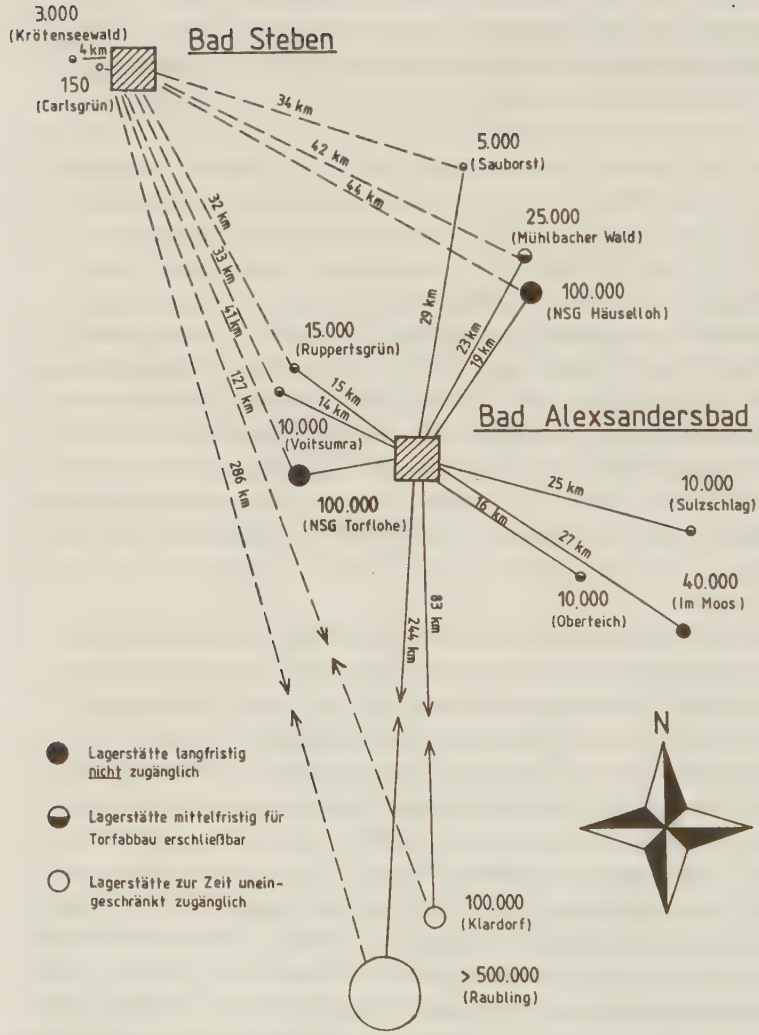

Abb. 64: Badetorflagerstätten und ihre Zugänglichkeit für die Versorgung der nordostbayerischen Bäder (Mengenangaben in m^3, Entfernungsangaben in km Luftlinie).

7. Bewertung der Moore unter Aspekten des Naturschutzes

7.1. Allgemeiner Überblick

Moore waren in früherer Zeit prägende Bestandteile der Landschaften des Fichtelgebirges und des Frankenwaldes, wie die Aufnahme von GÜMBEL (1877) zeigt. Heute sind davon nur noch bescheidene Reste vorhanden. Um den stark gefährdeten Tier- und Pflanzenarten, die sich auf den extremen Standort der Hoch-, Übergangs- und Niedermoore spezialisiert haben besseren Schutz angedeihen zu lassen, hat die Bayerische Staatsregierung 1982 in die Novelle zum Bayerischen Umweltschutzgesetz Bestimmungen zum Schutz ökologisch besonders wertvoller Feuchtgebiete aufgenommen. Von den Hoch- und Übergangsmooren sind in den letzten 2oo Jahren fast 8o % als Lebensraum der dort ursprünglich heimischen Pflanzen- und Tierwelt verloren gegangen (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESPLANUNG UND UMWELTFRAGEN 1982). Die besondere Bedrohung der Feuchtgebiete und ihr verstärkter Schutz ist heute ein Anliegen, das nicht nur administrative Verordnungen sondern auch das Bewußtsein jedes Bürgers notwendig macht.

"Feuchtgebiete sind ein unentbehrlicher Teil des Naturhaushalts, sie sind auf manigfache Weise in ihrem Bestand bedroht. Die Feuchtgebiete gehören mitsamt den in ihnen lebenden Tieren und Pflanzen zu den am meisten gefährdeten Naturbereichen. ... Aber auch soweit keine gesetzlichen Vorschriften bestehen, obliegt es uns, mit Feuchtgebieten behutsam umzugehen und sie nicht ohne Not zu zerstören." (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESPLANUNG UND UMWELTFRAGEN 1982).

Um den gefährdeten Tier- und Pflanzenarten einen Lebensraum zu erhalten, ist es im Frankenwald und Fichtelgebirge notwendig, die wenigen verbliebenen Moore -- im Sinne von Feuchtbiotopen -- als Standorte zu schützen. Das sind aber in der Regel nur die Bereiche, die noch oder wieder deutlich vernäßt sind. Die beim früheren Torfabbau stehen gebliebenen Teile sind normalerweise so stark ausgetrocknet oder in Kulturmaßnahmen einbezogen worden, daß von der ursprünglichen Vegetation, die man durch die o.g. Gesetze schützen will, nichts mehr vorhanden ist. Nicht vergessen darf man dabei allerdings, daß diese Moorteile -- im geologischen Sinn -- unersetzliche Archive für die Forschung auf dem Gebiet der allgemeinen Klima-, Floren- und Waldgeschichte und teilweise der Siedlungs-

geschichte speziell des Holozäns sind. Auch unter diesen Gesichtspunkten sind diese Moorteile erhaltens- und schützenswert (GÖTTLICH 1967). Hier werden durch den Abbau aber auch durch die Kultivierung nicht wiederbringbare Daten für die Forschung vernichtet.

Den stärksten rechtlichen Schutz unter den untersuchten Mooren genießen die Torflohe und die Häuselloh, da sie schon lange als Naturschutzgebiete ausgewiesen sind und somit nach dem Bayerischen Umweltschutzgesetz weder Grabungen noch Erdaufschlüsse in ihnen vorgenommen werden dürfen. Einzige Ausnahme bilden für die Gemeinschaft überaus wichtige Gesichtspunkte, zu denen der Badetorfabbau gegenwärtig nicht gezählt wird. Beide Moore zeichnen sich noch durch eine reichhaltige Flora an typischen Hochmoorpflanzen aus. Erwähnt seien hier nur Sphagnum magellanicum, Sphagnum recurvum, Eriophorum vaginatum, Eriophorum angustifolium, Oxycoccus palustris etc.. In den abgetorften Teilen hat sich vielerorts eine Niedermoorpopulation mit Cyperaceen und Moosen angesiedelt. In beiden Mooren zeigen aber auch sogenannte Austrocknungsanzeiger (Heidelbeere, Preißelbeere, Heidekraut), daß sich die Eingriffe in den Moorkörper auch noch in entferntern Moorteilen auswirken. Zum Erhalt dieser Flächen als Standorte für Hochmoorpflanzen ist daher ein möglichst hoher Grundwasserspiegel (bis in den Bereich der rezenten Vegetation) die wichtigste Voraussetzung. Je nach Tiefe und Lage der Entwässerungsgräben und Stichwände sowie der Durchlässigkeit der Torfe ist der Grundwasserspiegel in mehr oder weniger starker Weise abgesenkt worden.

7.2. Hydrologische Aspekte des Moorschutzes

In der Häuselloh wird in letzter Zeit versucht, die alten Gräben abzudichten und so den Abfluß aus dem Moor zu verzögern. Diese Versuche werden allerdings nicht mit der notwendigen Konsequenz durchgeführt, wie sich bei Geländebegehungen 1983, 1984 und 1985 zeigte. Zum einen waren Gräben nicht abgedichtet, zum anderen waren die Dichtungen z.T. leck. Hinzu kommt, daß sich diese Maßnahmen auch auf den abgetorften Teil erstrecken müssten, der von zahlreichen Gräben bis zu 1 m Tiefe im mineralischen Untergrund durchzogen wird und so für eine rasche Abführung des Wassers sorgt.

Neben der Abdichtung der Gräben ist eine wichtige Maßnahme zum Erhalt eines relativ hohen Grundwasserspiegels die Abschrägung der alten Stichwände, die sich selbst überlassen nur sehr langsam verfallen. Über diese großen Anschnitte des Grundwasserkörpers verlieren beide Naturschutzgebiete noch heute unnötig viel Wasser. Diese Abschrägung ist nicht nur eine kosmetische Verschönerung (TÜXEN 1976, SCHMATZLER & TÜXEN 198o). Mit Höhen bis zu 2,5o m im Fall der Torflohe wirken sie als große Drainagen. Besonders nachteilig ist, daß sie die für das Wasser leichter durchlässigen Bruchwaldtorfe anschneiden. Bruchwaldtorfe haben nach den Untersuchungen von EGGELSMANN (1977) von allen Torfarten den höchsten kf-Wert (Abb. 65).

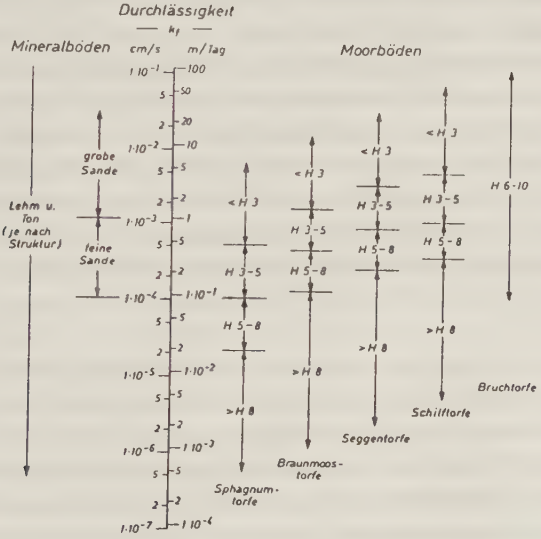

Abb. 65: Kf-Werte von Mineral- und Moorböden (aus EGGELSMANN 1977).

Die in Nordeutschland ermittelten kf-Werte gelten sicherlich auch für die nordostbayerischen Moore. Aus diesen kf-Werten läßt sich eine hydrologische Schutzzone, d.h. der Bereich in dem das Grundwasser im

Moorkörper von der Drainage beeinträchtigt wird, ableiten. Diese Formel wurde im Rahmen von empirischen Untersuchungen entwickelt. Als Voraussetzungen wurden für das nordeutsche Flachland 75o mm Niederschlag und Grabentiefen der Entwässerungsgräben von o,7 bis 1,5 m gewählt (EGGELSMANN 1982):

$$L = 2oo \times kf \times h$$ (Formel zur Breite hydrologischer Schutzzonen nach EGGELSMANN 1982)

L = Breite der hydrologischen Schutzzone
kf = Durchlässigkeitsbeiwert
h = Tiefe der Gräben oder Drainagen

Diese Formel kann somit nicht unbedingt auf die Verhältnisse in Nordostbayern übertragen werden, dennoch dürfte sie die Größenordnung der Schutzzonen für die Torflohe im Norden und im Süden ungefähr wiederspiegeln. Nimmt man einen kf-Wert von o,3 m/d und eine Wandhöhe von 1,5o m im Norden, so ergibt sich nach o.g. Formel eine Breite von 9o m, auf der der Grundwasserstand noch beeinträchtigt wird. Im Süden ist die durchschnittliche Wandhöhe 2 m, die Schutzzone errechnet sich hier mit 12o m. Insgesamt werden also 21o m in Nord-Süd-Erstreckung durch die Stichwände beeinflußt. Das ist weit mehr als die Hälfte der Moorfläche, da die maximale Nord-Süd-Erstreckung nur ca. 3oo m beträgt. Anders ausgedrückt, nur im zentralen Kern ist eine Absenkung des Grundwasserspiegels durch den Einfluß der Stichwände nicht mehr gegeben.

Bei der Häuselloh ist diese empirische Formel für Hochmoore nicht mehr anwendbar. Die Bruchwald- und Seggentorfe zeigen wesentlich höhere kf-Werte. Hinzu kommt die Lage als Hangmoor und damit verbunden ein höherer hydrostatischer Druck des Grundwassers. Zur größenordnungsmäßigen Ableitung der hydrologischen Schutzzonen wird hier die Formel von HOOGHOUDT für Dränabstände benutzt. Auch für diese Formel gelten aber Vorbehalte, da auch sie für die Verhältnisse im Flachland entwickelt wurde.

$$L^2 = \frac{8 \times k2 \times d \times h}{q} + \frac{4 \times k1 \times h^2}{q}$$ (Formel von HOOGHOUDT 1936)

L/2 = Hydrologische Schutzzone
q = Abflußhöhe in m/d
k2 = Durchlässigkeitsbeiwert der Torfe unterhalb der Stichwandbasis
k1 = Durchlässigkeitsbeiwert der Torfe oberhalb der Stichwandbasis
h = Druckhöhe des Grundwassers über der Stichwandbasis
d = Äquivalentwert für die Mächtigkeit der durchströmten Schicht

Zur abschätzenden Bestimmung der hydrologischen Schutzzone wurden dabei folgende Werte als Mittelwerte für die Häuselloh angenommen: k1 = 1 m/d, k2 = 1 m/d, d = 1,5o m, h = 3 m, q = o,oo1 mm/d. Als Schutzzone errechnet sich so eine Breite von 134 m. Nur die östlichen Teile der Häuselloh werden somit von der Stichwand nicht mehr beeinträchtigt. Negativ machen sich hier aber zwei große Gräben bemerkbar, die bei den Wiedervernässungsbestrebungen nur ungenügend abgedichtet wurden.

Die oben angeführten Berechnungen lassen sich prinzipiell auch auf die kleineren Moore übertragen. Die Grundwasserabsenkung, bedingt durch die alten Abbaukanten und Stichwände, liegt dabei stets in der Größenordnung von mehreren Zehner-Metern. Das bedeutet aber, daß diese kleinen stehengebliebenen Moorteile zwangsläufig in den obersten Schichten austrocknen müssen und damit als Feuchtbiotope entfallen. Die Besiedlung dieser Flächen mit Fichten, Kiefern, Kleinsträuchern und Süßgräsern ist die unausbleibliche Folge. Um diese Moorteile als Feuchtbiotope zurückzugewinnen, käme nur eine künstliche Grundwasseranhebung mit relativ hohem Aufwand oder eine komplette Abdichtung der Stichwände in Frage. Abgesehen davon, daß der Ausgang der Wiedervernässung mit dem Ziel der Hochmoorregeneration nach den Versuchen in Norddeutschland offen ist (TÜXEN 1977, HÖLZER 1984), stehen hier die Kosten sowohl für die Dämm- und Staumaßnahmen als auch für den ständigen Unterhalt (WOLFF VON DER SAHL 1975) in keinem Verhältnis zu der kleinen Fläche.

7.3. Moorregeneration am Beispiel der Häuselloh

Sieht man von einigen wenigen Ausnahmen ab, die jeglichen Eingriff des Menschen in Richtung auf eine Regeneration der Moore ablehnen (HÖLZER 1984), so ist doch die Mehrzahl der Wissenschaftler, die sich mit diesem Problemkreis beschäftigen, der Ansicht, diese durch unterstützende Maßnahmen fördern zu können (EIGNER 1975, 198o, 1982, MÜLLER 1975, 198o, KAULE 1976, TÜXEN 1976, 1977, SCHMATZLER & TÜXEN 198o, KUNTZE & EGGELSMANN 1981, NICK 1983, 1984, KASTL 1984). Von den untersuchten Mooren eignet sich besonders die Häuselloh für die praktische Erprobung von Moorregenerationsmaßnahmen. Es ist ein relativ großes Moorgebiet, das

nur im Westen abgetorft wurde. Im Ostteil ist es noch relativ gering beeinträchtigt. Durch seine Lage in unmittelbarer Nähe zur tschechischen Grenze befindet es sich abseits der großen Verkehrsströme, vor allem auch abseits des Fremdenverkehrs. Es ist bereits als Naturschutzgebiet ausgewiesen und befindet sich in Staatsbesitz. Alle diese Punkte sprechen dafür, hier einen Modellversuch einzurichten, in dem Wiedervernässungs- und Regenerationsmaßnahmen von Mittelgebirgsmooren gezielt und unter wissenschaftlicher Begleitung in der Praxis getestet werden können. Die hier gewinnbaren Ergebnisse können dann auf andere Moore übertragen werden, denn die Wiederherstellung natürlicher Hoch- und Niedermoore ist ein Raumordnungsproblem ersten Ranges (TÜXEN 1977).

Durch die klare Zweigliederung in abgetorften Westteil und weitgehend erhalten gebliebenen Ostteil (Abb. 58) lassen sich in der Häuselloh sowohl Regenerationsmaßnahmen für abgetorfte Moore als auch für stehen gebliebene Restmoore entwickeln und testen, die beispielhaft für den gesamten Raum der nordostbayerischen Mittelgebirge sein können. Anzustreben ist im abgetorften Westteil eine Wiedervernässung mit anschließender Nieder- bis Übergangsmoorregeneration. Im Ostteil ist prinzipiell eine hochmoorähnliche Pflanzenassoziation wieder herstellbar, mit dem langfristigen Ziel,hier echtes Hochmoorwachstum zu erzielen.

Grundvoraussetzung und somit erste Maßnahme für jegliche Moorregeneration ist eine umfassende Wiedervernässung, d.h. der Wasserabfluß aus dem Moorgebiet muß entscheidend verzögert und der Grundwasserspiegel deutlich angehoben werden. Hierzu müssen im Westteil sämtliche Gräben in kürzeren Abständen durch kleine Dämme abgesperrt werden, soweit sie nicht vollständig verfüllt werden können. Für diese Staumaßnahmen kommen als Dämmaterialien in erster Linie Holzpallisaden und stark zersetzter Torf in Frage. Der Kern der Dämme sollte aus wasserundurchlässigen Folien bestehen (NICK 1984, KASTL 1984). Eine Planierung der Fläche (NICK 1983) oder die Entfernung der obersten Schicht (EIGNER 1975), was als nützlich für die Hochmoorregeneration angegeben wird, erscheint für die angestrebte Niedermoorregeneration in diesem Teil nicht notwendig. Auch dürfte das aus Kostengründen kaum realisierbar sein. In den Dämmen sind

Überlaufvorrichtungen anzubringen, um Oberflächenerosion durch das abfließende Wasser zu vermeiden, denn der Abfluß des Überschußwassers soll im alten Grabensystem erfolgen.

Als empfehlenswerte Maßnahme ist eine Beseitigung der das Moor beeinträchtigenden Gehölzbestände anzusehen (Entkusselung). Speziell die Birke kann durch ihre hohe Transpirationsleistung während der Vegetationsperiode stark wasserstandssenkend sein (TÜXEN 1976, MÜLLER 198o).

In dem so vorbereiteten Westteil wird sich in wenigen Jahren eine feuchtigkeitsliebende Pflanzengesellschaft mit Niedermoorcharakter einstellen. Diese Wiedervernässung führt selbständig zur Niedermoorregeneration. Künstliche Wiedereinbürgerung bestimmter Arten ist nicht notwendig und auch nicht empfehlenswert. Als pflegende Maßnahmen sind neben der Überwachung der Dämme und des Grundwasserstandes die Entfernung des Birken-, Kiefern- und Fichtenanfluges in den ersten Jahren zu bewerkstelligen.

Im Ostteil ist neben der Abdichtung der Gräben auf die schon beschriebene Art (Holzpallisaden, Torf, Folienkern) eine Abschrägung der Stichwände zu empfehlen, um auch hier den Grundwasserspiegel anzuheben. Durch diese Maßnahme wird ein künstliches Randgehänge geschaffen, das den Übergang zwischen dem westlichen Niedermoor und dem östlichen Hochmoorgebiet bildet. Nach den Untersuchungen von TÜXEN (1976) sind auch sekundäre Randgehänge in der Lage in nur wenigen 1oo m breiten Hochmoorresten offene Wasserflächen festzuhalten. Als weiteres wichtiges Ergebnis dieser Abschrägung muß angesehen werden, daß dadurch die für das Wasser besonders wegsamen Bruchwaldtorfe abgedichtet werden.

Für eine gewisse Übergangszeit erscheint es sinnvoll, in der Nähe der Stichwand im erhalten gebliebenen Teil einen künstlichen Kolk entsprechend den Angaben von MÜLLER (198o) anzulegen. Im abgetorften Teil des Moores wird ein Sammelbecken für das aus dem Hochmoorteil abfließende Wasser eingerichtet. Über eine Pumpe und eine Leitung stehen der künstliche Kolk und das Sammelbecken in Verbindung (Abb. 66). Das aufgefangene,

relativ nährstoffarme Wasser wird beständig dazu benutzt, den Wasserstand im künstlichen Kolk und damit auch den Grundwasserspiegel im Hochmoorteil auf einem optimalen Stand zu halten. Nach einigen Jahren ist dann das sekundäre Randgehänge alleine in der Lage, den Wasserstand in dieser Position zu halten. Der künstliche Kolk kann dann einer natürlichen Verlandung überlassen werden.

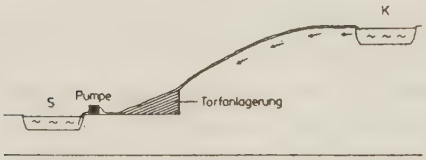

Abb. 66: Regenerationsmodell für Hochmoorrestflächen (aus MÜLLER 1980) (S = Sammelbecken, K = Künstlicher Kolk).

Da im Ostteil hochmoorähnliche Verhältnisse mit überwiegend Sphagnum-Arten, Wollgras, Moosbeere etc. wieder hergestellt werden sollen, ist die Entfernung der Fichten und Kiefern notwendig, die heute auf diesem Teil des Moores stocken. Mit beeinträchtigt würde dabei auch die Bergkiefer, die im Bereich der Häuselloh als schützenswert angesehen wird. Insgesamt dürfte aber das Ziel, ein lebenedes, reichhaltiges Feuchtbiotop im Mittelgebirge zu erhalten, deutlich höher einzuschätzen sein, vor allem wenn man bedenkt, daß die Bergkiefer in diesem Umfang erst zusammen mit den Entwässerungsmaßnahmen in die Moore eingewandert ist. Die Entfernung der Gehölze ist zum einen aus hydrologischen Gründen notwendig (Absenkung des Grundwasserspiegels, Evapotranspiration), zum anderen sind vor allem die Sphagnen sehr "lichthungrig" und gedeihen nicht oder nur spärlich im Schatten der Bäume (TÜXEN 1976). Auch im Ostteil sollte als anschließende pflegende Maßnahme in gewissen Abständen der Anflug von Birken, Kiefern, Fichten und anderen Gehölzarten entfernt werden.

Da es in näherer Umgebung noch viele kleinere und kleinste Moore gibt und auch in der Häuselloh noch viele Hochmoorarten vorkommen, ist die

Voraussetzung vorhanden, daß sich die Hochmoorgesellschaft selbstständig einstellen wird. Diese natürliche Wiederbesiedlung ist nicht nur die kostengünstigste sondern auch die sicherste Methode, um eine relativ stabile Pflanzenassoziation zu erhalten. Anzustreben ist eine Vollständigkeit der möglichen Biozönose. Raum für seltene Arten ergibt sich dann mit der Zeit von ganz alleine (TÜXEN 1977).

Sobald sich infolge der Vernässung eine Moorregeneration eingestellt hat, sollte durch weitere Maßnahmen verhindert werden, daß unnötig Nähr- oder Schadstoffe durch Wind und Wasser ins Moorgebiet gelangen. Weitgehende Übereinstimmung herrscht darüber, daß zu diesem Zweck nicht nur das Moor sondern auch ein Teil seines Umfeldes -- in gewißer Art eine Pufferzone -- unter Schutz gestellt werden müssen (KAULE 1976, SCHMATZLER & TÜXEN 198o, KUNTZE & EGGELSMANN 1981). Dieser Streifen ist aus dem uneingeschränkten Verfügungsbereich der Land- und Forstwirtschaft zu ziehen. Die Pufferzone soll verhindern, daß Dünger, Herbizide, Pestizide u.ä. in das Moor eingeschwemmt werden können. Im Fall der Häuselloh wird dieser Bereich im Süden etwa vom Höhenzug der Hohen Wart und des Brandberges, im Osten von der Wasserscheide kurz vor der tschechischen Grenze und im Norden vom Höhenzug, der die Häuselloh vom Gebiet des Breiten Teichs und des Langen Teichs trennt, begrenzt. Dies ist in groben Zügen der oberste Teil des Einzugsgebietes des Lausenbachs, der die Häuselloh nach Westen hin entwässert. Der Großteil des Wassers aus diesem Gebiet durchströmt das Moor und sollte daher so nähr- und schadstoffarm wie möglich sein.

Ein Schutz vor Immision durch den Niederschlag ist nicht möglich. Drastisch herabsetzen kann man aber Staubeinwehungen aus nächster Nähe, von Seiten der geschotterten Straße Silberbach - Häuselloh - Längenau. Hier empfiehlt sich die Ansiedlung eines Gehölzstreifens mit Gebüschen, Laub- und Nadelbäumen im Südwesten, Westen und Nordwesten des Moores, der den Großteil des Flugstaubs und der Abgase der hier verkehrenden Fahrzeuge abhält.

Im Rahmen dieser Arbeit kann ein solches Projekt natürlich nur in groben Zügen dargestellt werden. Zusammenfassend sollen hier nochmals

die einzelnen Schritte stichpunktartig aufgeführt werden:

1. Wiedervernässung (Grabenstau, Abschrägung der Stichwand etc.) und Entfernung der Gehölze (Entkusselung).
2. Ausweisung eines Schutzstreifens um das Moor zur Verhinderung unnötiger Eutrophierung.
3. Anlegen eines Schutzgürtels im Westen des Moores zum Abhalten von Flugstaub und Schadstoffen aus nächster Nähe.
4. Pflegende Maßnahmen (Entkusselung, Wasserstandsbeobachtungen, Wasseruntersuchungen etc.)

Ein Projekt diesen Umfanges erfordert eine intensive wissenschaftliche Betreuung, um reproduzierbare Ergebnisse zu erzielen. Insbesondere sind hydrologische, moorgeologische, botanische und zoologische Untersuchungen notwendig. Man sollte sich aber nicht die Chance entgehen lassen, die die Häuselloh bietet, praktisch verwertbare Regenerationsmaßnahmen für Mittelgebirgsmoore zu entwickeln.

7.4. Schutzmaßnahmen für kleinflächige Moore

In den kleinflächigen, teilweise abgetorften Mooren sind nur die bereits abgetorften Flächen als Feuchtbiotope erhaltbar (siehe Kap. 7.2.). In vielen Fällen ist das Ausbringen des Torfes der stehen gebliebenen Restflächen eine sinnvolle Maßnahme in Hinblick auf die Bildung eines stabilen Feuchtbiotops. Die Wiederansiedlung von typischen Moorpflanzen ist vielerorts ohne Zutun des Menschen in den Torfstichen erfolgt, soweit sich die Entwässerungsmaßnahmen nicht zu stark ausgewirkt haben. Diese natürliche Wiederbesiedlung gilt es zu erhalten und behutsam zu unterstützen. Anzustreben ist auch hier eine Verzögerung des Abflußes aus den Moorgebieten. Die Abdichtung des alten Entwässerungssystems ist meist relativ einfach. Es genügen in der Regel wenige Dezimeter stark zersetzten Torfes mit einem Folienkern (NICK 1984) zum Abdichten der Gräben. Bei günstigen Bedingungen können diese kleinflächig wiedervernäßten Bereiche sogar hochmoorähnlichen Charakter zeigen. Beispiele dafür lassen sich im Gebiet des Selber Vorwerks, im Moor im Mühlbacher Wald, im Moor bei Oberteich, im Moor Langweiher und im Moor bei Oberlind finden. In diesen Mooren wurden im Frühjahr 1984 in den alten Abbaugebieten zahlreiche Sphagnum-Arten vergesellschaftet mit Oxycoccus palustris, Carex limosa

und in zwei Fällen auch mit Drosera rotundifoilia angetroffen.

Zur Erhaltung bzw. zur Förderung dieser kleinräumigen Biotope sind neben dem Vermeiden von Entwässerung und dem gezielten Anstau des Grundwassers einige weitere unterstützende Maßnahmen förderlich. Unbedingt vermieden werden muß eine land-, forst- oder teichwirtschaftliche Nutzung. Der Schutzbereich sollte auch auf die nähere Umgebung ausgedehnt werden, da, bedingt durch die Lage der meisten Moore, häufig Einschwemmungen aus höher gelegenen Flächen erfolgen. Intensive Düngung in diesen Bereichen kann z.B. dazu führen, daß die an oligotrophe Bedingungen angepassten Moorpflanzen von anderen Arten verdrängt werden, die sich durch das erhöhte Nährstoffangebot infolge der Einschwemmungen ansiedeln können. Das Ausbringen von Herbiziden und Pestiziden ist in diesem erweiterten Schutzbereich unbedingt zu unterlassen. Gleichzeitig muß vermieden werden, die Moore als Erholungs- oder Freizeitgebiete auszuweisen. Die Folge einer größeren Besucherzahl ist meist eine starke Eutrophierung, was wiederum zu einer langsamen Verdrängung der Moorarten führt.

Diese Maßnahmen sollten aber nicht auf einzelne Vorkommen oder Gemeinden beschränkt bleiben. Um einen sinnvollen Artenschutz bzw. einen Schutz bestimmter Biotope zu gewährleisten, müßte zuerst auf überregionaler Ebene eine moderne Erfassung und Kartierung erfolgen. Die kartographische Aufnahme sollte im Rahmen von Naturraumpotentialkarten durchgeführt werden. Dieses Kartenwerk gibt dem Planer den notwendigen Überblick über Nutzungsmöglichkeiten, Nutzungskonflikte und Empfehlungen aus der Sicht des Geowissenschaftlers für die beste Nutzung einzelner Gebiete (LÜTTIG 1976, 1978, 1983, 1984 b). Der Versuch der Biotopkartierung, ausgehend von der Universität Weihenstephan, ist im Maßstab 1 : 5o.ooo zu kleinmaßstäblich. Zusätzlich beinhaltet er auch viele andere Vegetationsassoziationen. Übereinstimmend mit GÖTTLICH (1967) sollte die kartographische Aufnahme der Moore nicht kleiner als im Maßstab 1 : 5.ooo vorgenommen werden. Darüber hinaus ist eine intensivere Information der Bevölkerung darüber notwendig, daß es sich bei den Mooren um überaus schützenswerte Gebiete handelt und nicht um nutzloses, weil land- und forstwirtschaftlich nicht nutzbares Ödland.

8. Nutzungsvorschläge

Bei den Mooren in der Bundesrepublik Deutschland konkurrieren heute die Aspekte des Umweltschutzes mit den volkswirtschaflich durchaus beachtlichen Belangen der Torfverwertung. Das Dilemma zwischen Wirtschaft und Umweltschutz spiegelt sich auch im Bayerischen Landesrahmenprogramm von 1976 wieder. Auf der einen Seite will man für das Fichtelgebirge und den Frankenwald touristische Großprojekte verhindern und die Natur erhalten, insbesondere die Feuchtgebiete, auf der anderen Seite wird in diesem Programm aber auch gefordert, die Bäder in Bad Steben zu modernisieren bzw. Bad Alexandersbad zum Heilbad auszubauen (BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESPLANUNG UND UMWELTFRAGEN 1976). Ein Verlust des Torfbadebetriebs bzw. eine deutliche Verteuerung des Bademediums Torf bringt aber beiden Bädern deutlichen Verlust an Attraktivität für die Kurgäste.

Da sowohl die Vertreter des Naturschutzes als auch die des Torfabbaus berechtigte Ansprüche auf die Moore haben, ist hier ein Ausgleich der Interessen nach wissenschaftlichen Kriterien notwendig. Beispielhaft können hier die Bestrebungen des Landes Niedersachsen angeführt werden. In Niedersachsen wurden die Moore unter diesen beiden, sich offensichtlich gegenüberstehenden Gesichtspunkten aufgenommen. Von Seiten des Naturschutzes wurden Pflanzen und Tiere der einzelnen Vorkommen bearbeitet. Unabhängig davon wurden gleichzeitig aus der Sicht der Lagerstättenkunde die Menge und Qualität der Tofvorräte erfaßt (BIRKHOLZ et al. 198o, SCHNEEKLOTH 1980). Diese Geländeaufnahmen wurden für beide Bereiche jeweils getrennt in Punktzahlen umgesetzt, wobei das ökologisch best erhaltene Moor bzw. die beste Torflagerstätte mit jeweils 1oo Punkten angesetzt wurden. Die übrigen Moore wurden mit den besten verglichen und erhielten dann Punktzahlen zwischen o und 1oo. Dieses Vorgehen führte zu einer prinzipiellen Dreiteilung der Nutzungsempfehlung:

1. Moore mit sehr hoher ökologischer Punktzahl bleiben Belangen des Naturschutzes überlassen; Torfabbau ist hier unter allen Umständen zu vermeiden.

2. Moore mit hohen lagerstättenkundlichen Punktzahlen und gleichzeitig relativ niedriger ökologischer Bewertung stehen der Torfindustrie zur Verfügung.
3. Moore mit mittleren Bewertungen in beiden Beurteilungen; hier entscheiden regionale Gesichtspunkte bei bevorzugt ökologischer Sicht.

Dieses Bewertungsschema kann prinzipiell auch auf das Fichtelgebirge und den Frankenwald angewandt werden. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit konnte die Aufnahme allerdings nicht so umfangreich und genau gestaltet werden wie bei der erwähnten in Niedersachsen. Es fehlt vor allem die Aufnahme der Pflanzen- und Tierwelt im Detail. Dennoch läßt sich auf Grund der Geländebegehungen und der Einzeluntersuchungen eine gewisse Einordnung treffen, ob es sich um ein erhaltenswertes Biotop handelt oder nicht. Unberücksichtigt bei der ökologischen Bewertung blieb dabei die Tatsache, daß eine vom Menschen ungenutzte Fläche ganz unabhängig von der Art des Bewuchses ein wichtiges Rückzugsgebiet für selten gewordene Tier- und Pflanzenarten darstellt.

Bei der Bewertung als Torflagerstätte wurden folgende Kriterien berücksichtigt: Menge und Qualität des Torfes, Flächen, die für den Abbau geeignet sind, notwendige Entwässerungsmaßnahmen, verkehrsmäßige Erschließung und Zugänglichkeit, wobei 8o % der Bewertung allein die Kriterien Menge und Qualität ausmachten. Um nicht eine Genauigkeit vorzutäuschen, die diese Analyse mit zum Teil sehr subjektiven Bewertungen einzelner Punkte gar nicht haben kann, wurden die Punktzahlen auf die nächste, durch 1o teilbare Zahl auf- oder abgerundet (Tab. 1o).

Bei der ökologischen Bewertung wurde ein Teil der Punkte für das Vorhandensein bestimmter Arten (Sphagnum, Eriophorum, Oxycoccus, Drosera, Andromeda etc.) vergeben. Etwa 4o % der Bewertung beruhen auf dem subjektiven Eindruck, den die Moore bei den Geländebegehungen machten. Besondere Berücksichtigung fand dabei die Fläche mit typischen Feuchtbiotopen, deren mengenmäßiger Anteil an der Gesamtfläche geschätzt wurde. Auch die sich dabei ergebenden Punktzahlen wurden aus den oben genannten Gründen auf- oder abgerundet (Tab. 1o).

BEWERTUNG DER UNTERSUCHTEN MOORE

LAGERSTÄTTENBEWERTUNG		ÖKOLOGISCHE BEWERTUNG	
Moor:	Punkte:	Moor:	Punkte:
Torflohe	1oo	Torflohe	1oo
Häuselloh	9o	Selber Vorwerk	8o
Klardorf	8o	Häuselloh	7o
Mühlbacher Wald	7o	Voitsumra	7o
Ruppertsgrün	6o	Hahnenfilz	5o
Im Moos	5o	Zeidelmoos	4o
Sulzschlag	4o	Torfmoorhölle	4o
Voitsumra	4o	Oberlind	4o
Oberteich	3o	Mühlbacher Wald	4o
Sauborst	3o	Oberteich	3o
Torfmoorhölle	2o	Langweiher	3o
Krötenseewald	1o	Mooslohe	3o
Carlsgrün	1o	Torfstiche	3o
Selber Vorwerk	1o	Im Moos	2o
Oberlind	1o	Krötenseewald	2o
Eisenmoor	o	Dinesloh	2o
Torfstiche	o	Frauenreuther Teich	2o
Wacholderbusch	o	Obersauerhof	2o
Huschermühle	o	Wacholderbusch	2o
Sigmundsgrün	o	Weiherhöfen	2o
Lausenbachgrund	o	Moosteich	2o
Obersauerhof	o	Schweißenreuth	2o
Weiherhöfen	o	Lindenhof	2o
Zeidelmoos	o	Ruppertsgrün	1o
Hahnenfilz	o	Klardorf	1o
Moosteich	o	Sauborst	1o
Schweißenreuth	o	Eisenmoor	1o
Lindenhof	o	Huschermühle	1o
Mooslohe	o	Sigmundsgrün	1o
Frauenreuther Teich	o	Sulzschlag	o
Langweiher	o	Carlsgrün	o
Torfstiche	o	Lausenbachgrund	o

Tab. 1o: Bewertung der untersuchten Moore

Aufgrund dieser Bewertungen ergibt sich in Anlehnung an das niedersächsische Modell eine Dreiteilung der Nutzungsempfehlung (Abb. 67):

1. Moore mit hoher ökologischer Punktzahl (Torflohe, Selber Vorwerk, Häuselloh, Voitsumra, Hahnenfilz) sollten verstärkt unter Schutz gestellt werden und mit unterstützenden Maßnahmen, wie sie in Kap. 7.3. und 7.4. beschrieben werden, als Feuchtgebiete gesichert werden.

Torfabbau, falls er überhaupt noch wirtschaftlich in diesen Mooren wäre, ist unter allen Umständen zu vermeiden. Auch jede andere Nutzung (Forst-, Land- oder Teichwirtschaft) sollte hier ausgeschlossen sein.

2. Bei Mooren mit relativ guter Lagerstättenbewertung und gleichzeitig relativ niedriger ökologischer Bewertung (Klardorf, Ruppertsgrün, Mühlbacher Wald, Im Moos, Sulzschlag, Oberteich, Sauborst) sollte die Zugänglichkeit für den Torfabbau im Rahmen der Landesplanung gesichert werden (Kap. 6.2.). In Erinnerung sei hier nochmals gerufen, daß als Lagerstätte ein Moor angesehen wird, daß wenigstens für drei bis vier Jahre den Bedarf an Badetorf in der Größenordnung von 1.000 - 2.000 m^3 zu einem wirtschaftlichen Preis liefern kann. Der Abbau sollte hier nur die ausgetrockneten Moorteile beeinträchtigen. Die wiedervernässten Partien sind dabei soweit wie möglich zu schonen. Nach dem Abbau ist durch unterstützende Maßnahmen für eine Wiedervernässung zu sorgen, so daß sich auch hier ein Feuchtbiotop entwickeln kann.
3. Alle übrigen Moore weisen etwa gleichniedrige Punktzahlen bei beiden Bewertungen auf. Sie sind somit selbst für den bescheidenen Bedarf der Bäder uninteressant. Hier sollten aber verstärkt Maßnahmen in die Wege geleitet werden, um die Reste der Moorvegetation zu erhalten bzw. ihnen neuen Lebensraum zu verschaffen. In vielen dieser Moore ist mit einfachsten Mitteln (Kap. 7.4.) eine reichhaltige, feuchtigkeitsliebende Pflanzenassoziation erhaltbar, die sich zudem von ganz alleine einstellt, wenn diese Flächen nicht künstlich trockengelegt oder auf sonstige Art genutzt werden. Da echte Hochmoore in früherer Zeit im nordostbayerischen Gebiet nur eine untergeordnete Rolle gespielt haben, wie die Analyse der Großreste in den Torfen belegt, sollte man nicht künstlich versuchen, unbedingt bei der Regeneration dieser Flächen eine Entwicklung bis hin zum Hochmoorstadium anzustreben. Die bunte Pflanzengesellschaft der Nieder- und Übergangsmoore hat sich aber in einigen abgebauten Moorteilen schon wieder eingestellt. Diese Entwicklung gilt es zu fördern und diese Flächen nach der Vernässung von weiteren Eingriffen des Menschen zu verschonen.

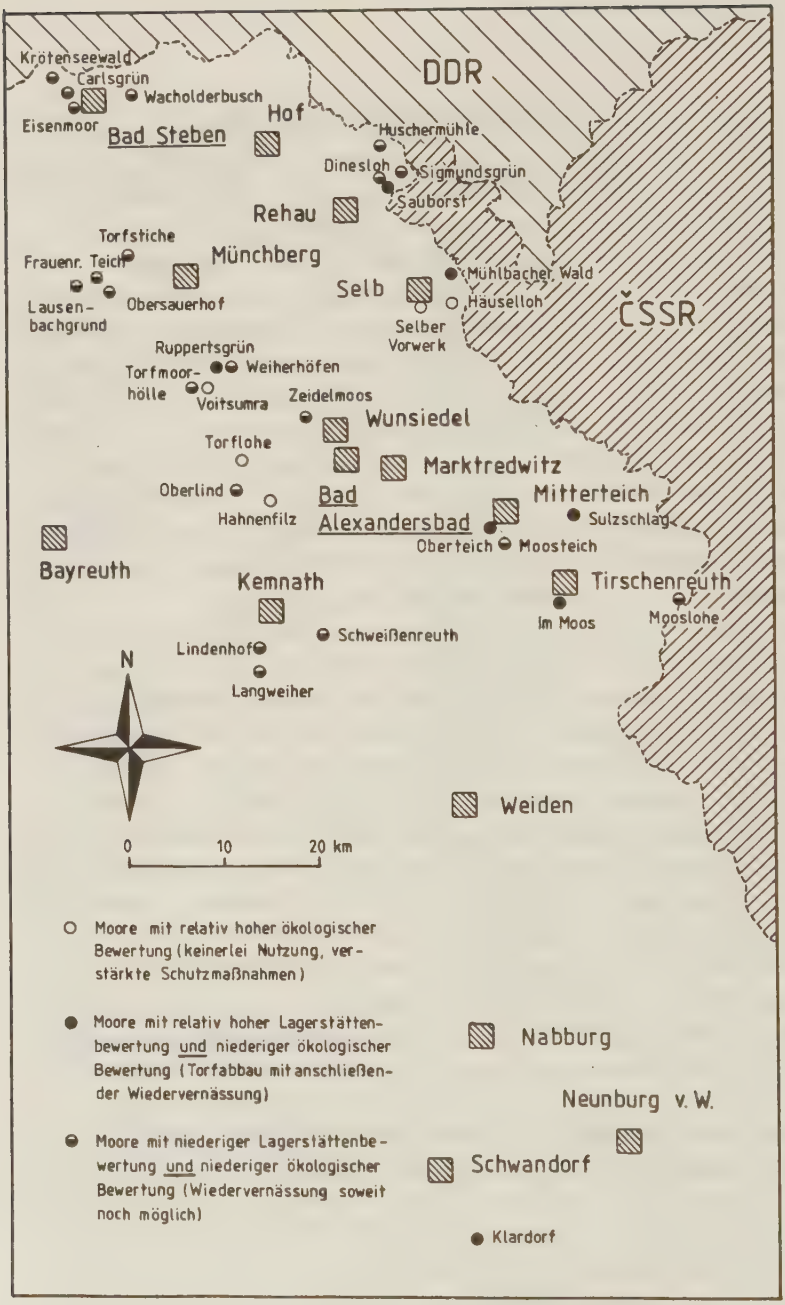

Abb. 67: Nutzungsempfehlungen für die untersuchten Moore.

9. Literaturverzeichnis

ARBEITSGRUPPE BODENKUNDE (Hrsg.) (1982): Bodenkundliche Kartieranleitung. - 331 S., Hannover (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe).

AVERDIECK, F., HAYEN, H. & WILLKOMM, H. (198o): Der Entwicklungsgang im zeitlichen Ablauf und Moorarchäologie. - In: GÖTTLICH, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde, 77 - 129, Stuttgart (Nägele & Obermiller).

BARCKHAUSEN, J., LOOK, E., VINKEN, R. & VOSS, H. (1975): Symbolschlüssel Geologie. - 135 S., Hannover (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe).

BAYERISCHE LANDESSTELLE FÜR GEWÄSSERKUNDE (Hrsg.) (1971): Karte der mittleren jährlichen Niederschalgshöhe 1931 - 196o im Maßstab 1 : 5oo.ooo.- München.

BAYERISCHES GEOLOGISCHES LANDESAMT (Hrsg.) (1981): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 5oo.ooo. - 168 S., München (Bayerisches Geologisches Landesamt).

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (Hrsg.) (1976): Landesentwicklungsprogramm Bayern. - 1442 S., München (Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen).

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (Hrsg.) (1981): Landesplanung in Bayern - Rohstoffsicherung Kies und Sand. - 16 S., München (Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen).

BAYERISCHES STAATSMINISTERIUM FÜR LANDESENTWICKLUNG UND UMWELTFRAGEN (Hrsg.) (1982): Feuchtgebiete. - 24 S., München (Bayerisches Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen).

BERTSCH, K. (1941): Früchte und Samen. Ein Bestimmungsbuch zur Pflanzenkunde der vorgeschichtlichen Zeit. - Handbücher der praktischen Vorgeschichtsforschung, 1: 1 - 247, Stuttgart.

BEUG, H. (1957): Untersuchungen zur spätglazialen und früh postglazialen Floren- und Vegetationsgeschichte einiger Mittelgebirge. - Flora, 147: 167 - 211, Jena.

BIRKHOLZ, B., SCHMATZLER, E. & SCHNEEKLOTH, H. (198o): Untersuchungen an niedersächsischen Torflagerstätten zur Beurteilung der abbauwürdigen Torfvorräte und der Schutzwürdigkeit in Hinblick auf deren optimale Nutzung. - Naturschutz und Landschaftspflege in Niedersachsen, 12: 1 - 4o2, Hannover.

BRUSCHIUS, K. (1542): Des Vichtelbergs in der alten Noriscenland gelegen aus welchem vier schiffreiche Wasser der Main, die Eger, die Naab und die Saal entspringen gründtliche Beschreibung. - Wittenberg.

BUNDESANSTALT FÜR GEOWISSENSCHAFTEN UND ROHSTOFFE (Hrsg.) (1981): Geologische Übersichtskarte 1 : 2oo.ooo Blatt CC 6334 Bayreuth.- Hannover (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe).

CHRISTANIS, K. (1982): Genese und Fazies der Torflagerstätte von Philippi (Griechisch-Mazedonien) als Beispiel der Entstehung einer Braunkohlen-Lagerstätte vom stark telmatischem Typ. - 18o S., Diss. TU Braunschweig, Braunschweig.

DAMMAN, A. (1978): Distribution and movements of elements in ombrotrophic peat bogs. - Oikos, 3o: 48o - 495, Kopenhagen.

DAVIES, J. (1973): Statistics and data analysis in geology. - 55o S., New York (Wiley).

DÖHLA, H. (1837): Kurze praktische Anleitung über Torf, dessen Entstehung, Gewinnung und Verbrauchen. - 31 S., Hof - Wunsiedel (Grau).

DU RIETZ, E. (1954): Die Mineralbodenwasserzeigergrenze als Grundlage einer natürlichen Zweigliederung der Nord- und Mitteleuropäischen Moore. - Vegetatio Acta Geobotanica, 5/6: 571 - 585, Den Haag.

EGGELSMANN, R. (1977): Bodenkundliche-hydrologische Feldmethoden und deren Aussagewert für Wasserwirtschaft, Bodenkultur und Landschaftspflege in Niederungsgebieten. - Geol. Jb., F 4: 51 - 78, Hannover.

EGGELSMANN, R. (1982): Anmerkungen zur Berechnungsmethode der Breite hydrologischer Schutzzonen im Moor (van der HOLEN, Telma 11, 1981). - Telma, 12: 183 - 187, Hannover.

EICHELSDÖRFER, D. (1978): Bericht über die Untersuchung einer Torfprobe aus dem Moorgebiet Häuselloh bei Selb/Oberfranken. - 3 S., Inst. f. Wasserchemie u. chem. Balneologie d. TU München, München (unveröff.).

EICHELSDÖRFER, D. (198o): Moor in der Heilkunde. - In: GÖTTLICH, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde, 3o4 - 322, Stuttgart (Nägele & Obermiller).

EICHELSDÖRFER, D. (1984): Bericht über die orientierende Untersuchung von drei Materialproben aus der Tongrube Klardorf auf ihre Eignung für die Moortherapie. - 9 S., Inst. f. Wasserchemie u. chem. Balneologie d. TU München, München (unveröff.).

EICHELSDÖRFER, D. (1985): Bericht über die orientierende Untersuchung einer Torfprobe aus dem Moorvorkommen bei Klardorf/Oberpfalz. - 4 S., Inst. f. Wasserchemie u. chem. Balneologie d. TU München, München (unveröff.).

EIGNER, J. (1975): Naturschutz und Landschaftspflege in Schleswig-Holsteinischen Mooren. - Telma, 5: 227 - 239, Hannover.

EIGNER, J. (1982): Pflegemaßnahmen für Hochmoore im Regenerationsstadium. - Inf. Naturschutz u. Landschaftspflege, 3: 227 - 237, Wardenburg.

EIGNER, J & SCHMATZLER, E. (198o): Bedeutung, Schutz und Regeneration von Hochmooren. - 78 S., Greven.

EMMERT, U. (1958): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.ooo Blatt Nr. 5738/39 Rehau. - 111 S., München (Bayerisches Geologisches Landesamt).

EMMERT, U. & STETTNER, G. (1968): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.ooo Blatt Nr. 5737 Schwarzenbach an der Saale. - 232 S., München (Bayerisches Geologisches Landesamt).

EMMERT, U. & WEINELT, W. (1962): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.ooo Blatt Nr. 5935 Marktschorgast. - 286 S., München (Bayerisches Geologsiches Landesamt).

ENGELHARDT, D. & BRENNER, W. (1984): Naturschutzrecht in Bayern mit Kommentar zum Bayerischen Naturschutzgesetz. - Loseblatt Sammlung, München (Rehm).

FIRBAS, F. (1937): Der pollenanalytische Nachweis des Getreideanbaus. - Zeitschr. f. Botanik, 31: 447 - 478, Stuttgart.

FIRBAS, F. (1949): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen Band I. - 4o8 S., Jena (Fischer).

FIRBAS, F. (1952): Spät- und nacheiszeitliche Waldgeschichte Mitteleuropas nördlich der Alpen Band II. - 256 S., Jena (Fischer).

FIRBAS, F. & ROCHOW, M. von (1956): Zur Geschichte der Moore und Wälder im Fichtelgebirge. - Forstwirt. Centralbl., 75, 9/1o: 367 - 38o, Berlin.

FIRBAS, F., MÜNNICH, K. & WITTKE, W. (1958): C^{14}-Datierungen zur Gliederung der nacheiszeitlichen Waldentwicklung und zum Alter von Rekurrenzflächen im Fichtelgebirge. - Flora, 146: 512 - 52o, Jena.

FORSTVERWALTUNG BAYERNS (Hrsg.) (1861): Die Forstverwaltung Bayerns beschrieben nach ihrem dermaligen Stande. - 532 S., München (Königlich-Bayerisches Ministerial Forstbureau).

FRANKE, W. (1984): Variszischer Deckenbau im Raume der Münchberger Gneismasse - abgeleitet aus der Fazies, Deformation und Metamorphose im umgebenden Paläozoikum. - Geotekt. Forsch., 68: 1 - 253, Stuttgart.

GAMPER, M. & SUTER, J. (1982): Postglaziale Klimageschichte der Schweizer Alpen. - Geogr. Helv., 1982, 2: 1o5 - 114, Zürich.

GIES, T. (1972): Vegetation und Ökologie des Schwarzen Moores (Rhön) unter besonderer Berücksichtigung des Kationengehaltes. - Diss. Bot., 2o: 1 - 184, Lehre.

GÖTTLICH, K. (1967): Moorforschung und Moornutzung in Gegenwart und Zukunft. - Nat. Wiss. Rdsch., 2o, 3: 1o4 - 111, Stuttgart.

GÖTTLICH, K. (1976): Wege zur Erarbeitung eines Moor- und Anmoorinventars am Beispiel der Moorkarte 1 : 5o.ooo von Baden Württemberg. - Telma, 6: 35 - 39, Hannover.

GRAF, W. (1935): Die Wirtschaftsgeographie des Fichtelgebirges. - 173 S., Diss. Univ. Frankfurt, Frankfurt a. M..

GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1962): Torfe und torfbildende Pflanzengesellschaften. - Z. f. Kulturtechnik, 3: 2o5 - 225, Berlin - Hamburg.

GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1964): Einige wenig beachtete Pflanzenreste in nordwestdeutschen Torfen und die Art ihres Vorkommens. - Geol. Jb., 81: 621 - 644, Hannover.

GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1972): Über pflanzliche Makrofossilien mitteleuropäischer Torfe. I. Gewebereste krautiger Pflanzen und ihre Merkmale. - Telma, 2: 19 - 55, Hannover.

GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1974): Über pflanzliche Makrofosselien mitteleuropäischer Torfe. II. Weitere Reste (Früchte, Samen, Moose u.a.) und ihre Bestimmungsmöglichkeiten. - Telma, 4: 51 - 117, Hannover.

GROSSE-BRAUCKMANN, G. (1975): Über die Beziehungen zwischen chemischen Merkmalen von Torfen und ihrem chemischen Charakter. - In: HACKER, E. & TÜXEN, J. (Hrsg.): Moor und Torf in Wissenschaft und Wirtschaft - Siegfried Schneider zum 7o. Geburtstag, 145 - 155, Bad Zwischenahn (Torfforschung GmbH).

GROSSE-BRAUCKMANN, G. (198o): Ablagerungen der Moore. - In: GÖTTLICH, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde, 13o - 172, Stuttgart (Nägele & Obermiller).

GROSSE-BRAUCKMANN, G., HACKER, E. & TÜXEN, J. (1977): Moore in der bodenkundlichen Kartierung - ein Vorschlag zur Diskussion. - Telma, 7: 39 - 54, Hannover.

GRUMPELT, H. (1983): Veredlung von Torf für nicht gärtnerische Anwendungen im Inn- und Ausland. - Unser Betrieb, Werkszeitschr. d. Deilmann AG, 31, 2: 2 - 6, Bad Bentheim.

GÜMBEL, C. (1863): Die geognostischen Verhältnisse des Fichtelgebirges und seine Ausläufer. - Bavaria, 3: 1 - 71, München.

GÜMBEL, C. (1877): Geognostische Karte des Königreichs Bayern, dritte Abtheilung - Das Fichtelgebirge und der Frankenwald, Blatt Münchberg. - München.

HABER, W. (1983): Die Biotopkartierung in Bayern. - Schriftenreihe d. Deutschen Rates f. Landespfl., 41: 32 - 37, Bonn - Bad Godesberg.

HARTUNG, W. (1936): Von den Sumpfföhren unserer Fichtelgebirgsseelohe. - Siebenstern, 1o, 7: 1o3 - 1o5, Wunsiedel.

HÖLZER, A. (1977): Vegetationskundliche und ökologische Untersuchungen im Blindensee-Moor bei Schonach (Mittlerer Schwarzwald) unter besonderer Berücksichtigung des Kationengehaltes. - Diss. Bot., 36: 1 - 195, Lehre.

HÖLZER, A. (1984): Regeneration, Renaturierung, Wiedervernässung: neue Probleme für den Moorschutz. - Telma, 14: 217 - 219, Hannover.

HÖLZER, A. & SCHLOSS, S. (1981): Palökologische Studien an der Hornisgrinde (Nordschwarzwald) auf der Grundlage von chemischer Analyse, Pollen- und Großrestuntersuchungen. - Telma, 11: 17 - 3o, Hannover.

HOHENESTER, A. (1968): Die Pflanzenwelt. - In: LANDRATSAMT WUNSIEDEL (Hrsg.): Der Landkreis Wunsiedel, 24 - 33, München (Assling).

HOOGHOUDT, S. (1936): Bijdrag tot de Kennis van eenige naturkundige Grootheden van de Grond. - Versl. Landb. Onderzoekingen, 42, 13: 449 - 541, Gravenhage.

HORSTIG, G. von (1957): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.ooo Blatt Nr. 5637 Hof. - 111 S., München (Bayerisches Geologisches Landesamt).

HÜBNER, B. (1939): Moorpflanzengesellschaften des Fichtelgebirges und seiner weiteren Umgebung. - Siebenstern, 13, 8: 113 - 116, Wunsiedel.

HUMBOLDT, A. von (1792): Über den Zustand des Bergbaus und Hüttenwesens in den Fürstentümern Bayreuth und Ansbach im Jahre 1792. - Freiberger Forschungshefte Kultur u. Technik, D 23, 1 - 216, Berlin 1954.

KALBE, L. (1973): Kieselalgen in Binnengewässern. - 2o6 S., Wittenberg (Ziemsen).

KAMPF, G. (1973): Stand der Mechanisierung in der Torfgewinnung nach dem Sodentorfverfahren im Jahre 1973. - Telma, 3: 27 - 38, Hannover.

KASTL, S. (1984): Die Erhaltung der Sollingmoore - Zielvorstellungen und Maßnahmen am Beispiel des Mecklenbruchs. - Telma, 14: 221 - 245, Hannover.

KAULE, G. (1974): Die Übergangs- und Hochmoore Süddeutschlands und der Vogesen. - Diss. Bot., 27, 1 - 345, Lehre.

KAULE, G. (1976): Voraussetzungen und Maßnahmen zur Erhaltung geschützter und schützenswerter Moore. - Telma, 6: 211 - 217, Hannover.

KAULE, G., SCHALLER, H. & SCHOBER, P. (1979): Auswertung der Kartierung schutzwürdiger Biotope in Bayern. Allgemeiner Teil - Außeralpine Naturräume. - Schutzwürdige Biotope in Bayern, 1: 1 - 154, München.

KELLER, R. (1978): Hydrologischer Atlas der Bundesrepublik Deutschland im Auftrag der Deutschen Forschungsgemeinschaft - Karten und Erläuterungen. - 68 S., Boppard (Boldt).

KEMNATH, M. von (1476): Chronik Friedrich I. des Siegreichen. - In: HOFMANN, C. (Hrsg.): Quellen zur bayerischen und deutschen Geschichte, 2: 1 - 141, München.

KITZINGER, G. (19o3): Die Torfwirtschaft und ihre Entwicklung in Bayern. - Vierteljahresschr. d. bayer. Landwirtschaftsrates, 8, 2: 241 - 273 u. 369 - 424, München.

KLIEWE, H. (1978): Die Klimaschwankungen im europäischen Präboreal. - Peterm. Geogr. Mitt., 198, 2: 97 - 1o2, Gotha - Leipzig.

KLINGER, P. (1969): Feinstratigraphische Untersuchungen an Hochmooren mit Hinweisen zur Bestimmung der wichtigsten Großreste in nordwestdeutschen Hochmoortorfen und einer gesonderten Bearbeitung der mitteleuropäischen Sphagna cuspidata. - 135 S., Diss. Univ. Kiel, Kiel.

KÖSTER, E. (1964): Granulometrische und morphometrische Meßmethoden. - 336 S., Stuttgart (Enke).

KOSMAT, F. (1927): Gliederung des varistischen Gebirgsbaues. - Abh. Sächs. Geol. Landesamt, 1: 1 - 39, Leipzig.

KROMER, H. (1978): Tertiär-Tone in NE-Bayern. - Fortschr. Miner., 56: 1 - 1o4, Stuttgart.

KRONBERGER, K. (194o): Der "weltberuffene Fichtelberger See" jetzt Naturschutzgebiet Torf-, See- und Hüttenlohe. - Arch. f. d. Gesch. Oberfr., 34: 36 - 63, Bayreuth.

KRONBERGER, K. (1954): Die Naturschutzgebiete im Regierungsbezirk Oberfranken (Naturschutzgebiet Torf-, See- und Hüttenlohe). - Ber. nat. wiss. Ges. Bayreuth, 8: 33 - 36, Bayreuth.

KRONBERGER, K. (1961): Das Naturschutzgebiet am Fichtelsee. - Heimatkalender für Fichtelgebirge und Frankenwald, 14: 56 - 58, Wunsiedel.

KUNTZE, H. & EGGELSMANN, R. (1981): Zur Schutzfähigkeit nordwestdeutscher Moore. - Telma, 11: 197 - 212, Hannover.

LANGNER, H. (1962): Beiträge zur Kenntnis der Waldgeschichte und Waldgesellschaften Süddeutschlands. - Ber. nat. forsch. Ges. Augsburg, 14: 73 - 12o, Augsburg.

LARGIN, I., PRIEMSKAYA, S., SVENTIKHOVSKAYA, A. & TYUREMNOV, S. (1972): Microelements content and distribution in peat deposits. - In: INTERNATIONAL PEAT SOCIETY (Ed.): Proc. 4 th International Peat Congress, Otaniemi 1972, 4: 77 - 85, Otaniemi.

LINDER, A. & BERCHTOLD, W. (1979): Elementare statistische Methoden. - 248 S., Basel - Boston - Stuttgart (Birckhäuser).

LUDWIG, G., SIMON, J. & ZÖRKENDÖRFER, E. (1983): Reinigung schwermetallhaltiger Industrieabwässer mit Schwarztorf-Granulaten als Filter und Kationenaustauscher sowie Rückgewinnung der Schwermetalle. - Geol. Jb., D 62: 3 - 36, Hannover.

LÜTTIG, G. (1965): Interglacial and interstadial periods. - Journal of Geology, 73: 579 - 591, Chicago.

LÜTTIG, G. (1976): The international map of the environmental's potential and its importance for the economic classification of peatlands. - In: INTERNATIONAL PEAT SOCIETY (Ed.): Proc. 5 th International Peat Congress, Poznan 1976, 1: 65 - 75, Poznan.

LÜTTIG, G. (1978): Von den Moor- und Bodenkarten zur Kartierung des Naturraumpotentials. - Z. f. Kulturtech. u. Flurber., 19: 65 - 76, Berlin - Hamburg.

LÜTTIG, G. (1979 a): Zur Lage der Versorgung der deutschen Volkswirtschaft mit den mineralischen Rohstoffen Kies und Sand. - 36 S., Hannover (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe).

LÜTTIG, G. (1979 b): Zum Problem der Rohstoffsicherung bei Torf- und Peloid-Rohstoffen. - Z. f. angew. Bäder- u. Klimaheilkde., 26, 1: 77 - 84, Stuttgart.

LÜTTIG, G. (1983 a): Das Naturraumpotential - Theoretische Ableitung und Bedeutung für die Landesplanung. - Forsch. z. deutsch. Landeskunde, 22o: 193 - 2o6, Trier.

LÜTTIG, G. (Hrsg.) (1983 b): Recent technologies in the use of peat. - 223 S., Stuttgart (Schweizerbart).

LÜTTIG, G. (1984 a): Die balneologische Nutzung der Torflagerstätten der Bundesrepublik Deutschland im Blickwinkel von Naturhaushalt und Volkswirtschaft. - Telma, 14: 259 - 27o, Hannover.

LÜTTIG, G. (1984 b): Die Moornutzung für die Balneologie aus der Sicht von Landesplanung und Umweltschutz. - Heilbad und Kurort, 36, 6: 183 - 188, Bonn.

LUTZ, J. (1936): Die Moore der Oberpfalz. - Oberpfalz, 3o: 257 - 261, u. 285 - 292, Kallmünz.

LUTZ, J. (1956): Spirkenmoore in Bayern. - Ber. Bayer. Bot. Ges., 31: 58 - 69, München.

MALTERER, T. & FARNHAM, R. (1984): Characteristics of ash in Minnesota peats. - In: BORD NA MONA (Ed.): Proc. 7 th International Peat Congress, Dublin 1984, 2: 283 - 3o5, Dublin.

MARTIUS, E. (1795): Wanderungen durch einen Theil von Franken und Thüringen. - 323 S., Erlangen (Walther).

MEIER, R. (1974): Von Mooren und Torfstichen. - Blätter v. Fichtelgebirge, 1974, 19: 1 - 2, Wunsiedel.

MENTGES, G. (1979): Der Bergbau auf Steine und Erden in Deutschland - Rohstoffsicherung und Raumordnung. - Das Marktscheidewesen, 86, 4: 121 - 129, Essen.

MERKT, J., LÜTTIG, G. & SCHNEEKLOTH, H. (1971): Vorschlag zur Gliederung und Definition der limnischen Sedimente. - Geol. Jb., 89: 6o7 - 623, Hannover.

MEYER, H. (1936): Das Zeitelmoos. - Siebenstern, 9, 2: 17 - 19, Wunsiedel.

MOSER, H. (1825): Die Torfwirtschaft im Fichtelgebirge. - 174 S., Nürnberg (Riegel & Wießner).

MOSER, H. (184o): Torfbetrieb und Torfbenutzung aus eigener Erfahrung dargestellt. - 116 S., Nürnberg (Riegel & Wießner).

MÜLLER, K. (1975): Zum Schutz von Hochmoorlandschaften und ihrer Gewässer im norddeutschen Flachland. - Telma, 5: 251 - 261, Hannover.

MÜLLER, K. (198o): Versuche zur Regeneration von Hochmoortorfen. - Telma, 1o: 197 - 2o4, Hannover.

NAUCKE, W. (1979): Untersuchungen niedersächsischer Torfe zur Bewertung ihrer Eignung für die Moortherapie - I. Zur stofflichen Zusammensetzung moorfrischer Badetorfe. - Telma, 9: 229 - 25o, Hannover.

NAUCKE, W. (198o): Chemie von Moor und Torf. - In: GÖTTLICH, K. (Hrsg.): Moor- und Torfkunde, 173 - 195, Stuttgart (Nägele & Obermiller).

NICK, K. (1983): Die Renaturierung des "Leegmoores" im Timpemoor westlich Esterwegen im Landkreis Emsland - Ein Pilotprojekt für die Regeneration eines Moores nach industriellem Schwarztorfabbau. - Telma, 13: 259 - 269, Hannover.

NICK, K. (1984): Measures and chances of sucess for regeneration of bogs after complete industrial cutting of peat. - In: BORD NA MONA (Ed.): Proc. 7 th International Peat Congress, Dublin 1984, 2: 331 - 339, dublin.

NILSSON, Ö & HJELMQVIST, H. (1967): Studies on the nutlet structure of south scandinavian species of Carex. - Bot. Notiser, 12o: 46o - 485, Lund.

PACHELBEL, J. (1716): Ausführliche Beschreibung des Fichtel-Berges in Norgau liegend. - 328 S., Leipzig.

PARKINEN, P., TOLONEN, K. & SOVERI, J. (198o): Distribution of trace metals and sulfur in the surface peat of Finnish raised bogs. - In: INTERNATIONAL PEAT SOCIETY (Ed.): Proc. 6 th International Peat Congress, Duluth 198o, 1: 645 - 648, Duluth.

PATZELT, G. (1977): Der zeitliche Ablauf und das Ausmaß postglazialer Klimaschwankungen in den Alpen. - In: FRENZEL, B. (Hrsg.): Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa. - Erdwiss. Forsch., 13: 248 - 259, Wiesbaden.

PAUL, H. (191o): Die Moorpflanzen Bayerns. - Ber. Bay. Bot. Ges., 12: 136 - 228, München.

PAUL, H. (1912): Zur Pflanzenwelt des Fichtelgebirges und des angrenzenden oberpfälzischen Keupers. - Mitt. Bayer. Bot. Ges., 22, 2: 4o2 - 41o, München.

PAUL, H. (1913): Die Flora einiger Moore in der Oberpfalz. - Denkschr. Kgl. Bayer. Bot. Ges. Regensburg, 12: 175 - 2oo, REgensburg.

POSER, H. & HÖVERMANN, J. (1952): Beiträge zur morphometrischen und morphologischen Schotteranalyse. - Abh. Braunschweiger Wiss. Ges., 4: 12 - 36, Braunschweig.

REINSCH, H. (1839): Über den Torf des Fichtelgebirges. - Journal f. prakt. Chem., 16: 486 - 495, Leipzig.

REISSINGER, A. (1933): Die Seelohe - Ein Beitrag zur Vegetationsgeschichte des Fichtelgebirges. - Siebenstern, 7: 34 - 38, Wunsiedel.

REISSINGER, R. (1927): Der Fichtelsee. - Siebenstern, 1, 2: 17 - 2o, Wunsiedel.

RICHARD, K. (1977): Kriterien zur Bewertung der Industriewürdigkeit von Mooren. - Telma, 7: 111 - 116, Hannover.

RICHTER, J. (1982): Das geochemische Verteilungsmuster umweltrelevanter Spurenelemente. - 141 S., Diss. Univ. Erlangen, Erlangen.

RINKE, H. (1926): Vom Fichtelgebirge. - Blätter für Naturschutz und Naturpflege, 9, 2: 46 - 49, München.

SALMI, M. (1955): Prospecting for bog-covered ore by means of peat investigations. - Geologinen Tutkimuslaitos, 169: 1 - 34, Helsinki.

SALMI, M. (1956): Peat and bog plants as indicators of ore minerals in the Vihanti ore field in western Finnland. - Geologinen Tutkimuslaitos, 175: 3 - 22, Helsinki.

SAPEK, B., CHORSKI, T. & SAPEK, A. (1984): Distribution and translocation of mineral elements in peat profiles of the Wizna Bog. - In: BORD NA MONA (Ed.): Proc. 7 th International Peat Congress, Dublin 1984, 4: 383 - 395, Dublin.

SCHEFFER, F. & SCHACHTSCHABEL, P. (1982): Lehrbuch der Bodenkunde. - 442 S., Stuttgart (Enke).

SCHERBER, J. (1811): Umsichten auf dem Ochsenkopf am Fichtelberge. - 134 S., Kulmbach.

SCHINDLER, L. (1948): Die Moorwirtschaft in Bayern unter besonderer Berücksichtigung der Tätigkeit der Bayerischen Landesanstalt für Moorwirtschaft. - 181 S., Diss. TH München, München.

SCHMATZLER, E. & TÜXEN, J. (198o): Wiedervernässung und Regeneration von niedersächsischen Hochmooren in ihrer Bedeutung für den Naturschutz. - Telma, 1o: 159 - 171, Hannover.

SCHMIDT, A. (1895): Beobachtungen über das Vorkommen von Gesteinen und Mineralien in der Centralgruppe des Fichtelgebirges nebst einem Verzeichnis der dort auftretenden Mineralien und deren Fundstätten. - 95 S., Diss. Univ. Erlangen, Nürnberg (Lotter).

SCHMIDT, A. (19o7): Der verschwundene Fichtelsee im Fichtelgebirge. - Arch. f. d. Gesch. Oberfr., 23, 2: 1 - 14, Bayreuth.

SCHMIDT, A. (191o): Über die Torfmoore im Fichtelgebirge und ihre Verwendung. - Mitt. d. Kgl. Bayer. Moorkulturanstalt, 4: 157 - 18o, Stuttgart.

SCHMIDT, F. (185o): Die Gesteine der Centralgruppe des Fichtelgebirges in ihren Lagerverhältnissen und ihr Vorkommen übersichtlich zusammengestellt und beschrieben für Freunde der Natur, Berg- und Forstleute und Landwirthe. - 39 S., Nürnberg (Rinnelt).

SCHMIDT, F. (1862): Die Torfmoore des Fichtelgebirges, ihre Eigenschaften, ihr Betrieb und ihre Cultur für Männer des Faches, wie für Laien.- 4o. S., Bayreuth (Gießel).

SCHNEEKLOTH, H. (198o): Konflikte zwischen Naturschutz und Torfabbau sind vermeidbar ! - Ergebnisse der neuen Moorbewertung in Niedersachsen. - Telma, 1o: 149 - 157, Hannover.

SCHNEEKLOTH, H. (1985): Die Moorbäder in Niedersachsen. - Forsch. z. niedersächs. Landeskunde, 121: 1 - 68, Göttingen.

SCHNEIDER, S. (1962): Chemical and stratigraphical investigations of high-moor profiles in Northwest Germany. - In: INTERNATIONAL PEAT SOCIETY (Ed.): Transact. 2 nd International Peat Congress, Edinburgh 1962, 1: 75 - 9o, Edinburgh.

SCHRÖDER, B. & SIEGLING, M. (1966): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.ooo Blatt Nr. 6137 Kemnath. - 115 S., München (Bayerisches Geologisches Landesamt).

SCHUBERTH, H. (1935): Botanisch-geologischer Führer durch das Fichtelgebirge mit Frankenwald und seine fränkischen Randgebiete. - 373 S., Wunsiedel (Franken).

SCHUCH, M. (1967): Moortechnische Erhebung - Abtorfungsregelung in Häuselohe, Forstamt Selb. - 4 S., Bayerische Landesanstalt für Bodenkultur und Pflanzenbau München, München (unveröff.).

SCHUCH, M. & LAFORCE, W. (1982): Die Moorvorkommen auf dem Kartenblatt Nr. 6o37 Ebnath. - In: MIELKE, H.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.ooo Blatt Nr. 6o37 Ebnath, 65 - 79, München (Bayerisches Geologisches Landesamt).

SCHUCH, M. & LAFORCE, W. (1985): Die Moorvorkommen der Kartenblätter Nr. 5838 Selb und 5839 Schönberg. - In: N.N.: Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.ooo Blatt Nr. 5838 Selb und 5839 Schönberg, München (Bayerisches Geologisches Landesamt) (in Vorbereitung).

SCHWAB, M. (19o8): Die Torfmoos-Flora des Fichtelgebirges. - Denkschr. d. Kgl. Bayer. Bot. Ges. Regensburg, N.F. 4: 118 - 126, Regensburg.

SEGEBERG, H. (1955): Zur Kenntnis der Zusammenhänge zwischen Verdichtung, Humusmengen und Porenvolumina in Moormarschböden. - Wasser und Boden, 7: 15 - 18, Hamburg.

SEGEBERG, H. (1956): Über die Größe der Porenvolumen von Hoch- und Niedermoortorfen. - Zeitschr. f. Pflanzenern., Düngung u. Bodenkunde, 74, 1: 1o - 17, Weinheim.

SEIDEL, C. (1936): Fichtelgebirgsseen. - Siebenstern, 1o, 1o: 147 - 149 u. 1o, 11: 167 - 17o, Wunsiedel.

SILLANPÄÄ, M. (1972): Distribution of trace elements in peat profiles. - In: INTERNATIONAL PEAT SOCIETY (Ed.): Proc. 4 th International Peat Congress, Otaniemi 1972, 5: 185 - 191, Otaniemi.

STETTNER, G. (1958): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.ooo Blatt Nr. 5937 Fichtelberg. - 116 S.,München (Bayerisches Geologisches Landesamt).

STETTNER, G. (1964): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.ooo Blatt Nr. 5837 Weißenstadt. - 194 S., München (Bayerisches Geologisches Landesamt).

STETTNER, G. (1972): Zur geotektonischen Entwicklung im Westteil der Böhmischen Masse bei Berücksichtigung des Deformationsstils im orogenen Bewegungssystem. - Z. deutsche Geol. Ges., 123: 291 - 326, Hannover.

STETTNER, G. (1975): Zur geologisch-tektonischen Entwicklung des Oberpfälzer Grundgebirges. - Aufschluß, Sonderband, 26: 11 - 38, Heidelberg.

STREBEL, O. (1955): Tertiäre Reliktböden, tertiäre Verwitterungsreste und eiszeitliche Bodenverlagerungen im Frankenwald. - 54 S., Diss. Univ. Würzburg, Würzburg.

TÜXEN, J. (1976): Über die Regeneration von Hochmooren. - Telma, 6: 219 - 23o, Hannover.

TÜXEN, J. (1977): Bemerkungen zur Regeneration von Hochmooren als Antwort auf einen Aufsatz von HAARMANN "Kritisches zu Berichten über die Renaturierung von Hochmoorgebieten". - Telma, 7: 251 - 254, Hannover.

VOLLRATH, H. (1957): Die Pflanzenwelt des Fichtelgebirges und benachbarter Landschaften in geobotanischer Schau. - Ber. nat. wiss. Ges. Bayreuth, 9: 5 - 25o, Bayreuth.

WILL, J. (1692): Das Teutsche Paradeiß in dem vortrefflichen Fichtelberg. - Arch. f. d. Gesch. Oberfr., 15, 1: 1 - 6o, 15, 2: 133 - 214, 15, 3: 112 - 186, 16, 1: 1 - 144, 16, 2: 1 - 146, Bayreuth 1881 - 1885.

WISMÜLLER, F. (19o9): Die Geschichte der Moorkultur in Bayern - I. Teil. - 216 S., München (Reinhardt).

WISMÜLLER, F. (1934): Geschichte der Moorkultur in Bayern. - II. Teil. - 4oo S., München (Reinhardt).

WITTKE, W. (1954): Untersuchungen an fossilen Hölzern des Naturschutzgebietes Torflohe. - Ber. nat. wiss. Ges. Bayreuth, 8: 6o - 63, Bayreuth.

WOLFF VON DER SAHL, T. (1975): Versuch der Regeneration einer teilweise ausgetorften Pütte im Großen Moor bei Giffhorn. - Telma, 5: 341 - 344, Hannover.

WURM, A. (1932): Erläuterungen zur Geologischen Karte von Bayern 1 : 25.ooo Blatt Nr. 82 Wunsiedel. - 46 S., München (Bayerisches Oberbergamt).

ZOLLER, H. (196o): Pollenanalytische Untersuchungen zur Vegetationsgeschichte der insubrischen Schweiz. - Denkschr. d. Schweiz. Nat. forsch. Ges., 83: 1 - 112, Zürich.

ZOLLER, H. (1977): Alter und Ausmaß postglazialer Klimaschwankungen in den Schweizer Alpen. - In: FRENZEL, B.(Hrsg.): Dendrochronologie und postglaziale Klimaschwankungen in Europa. - Erdwiss. Forsch., 13: 271 - 281, Wiesbaden.

Lebenslauf

Name:	Klaus Rimpel
Geburtsdatum:	21. April 1955
Geburtsort:	Weißenburg/Bayern
Eltern:	Hulda und Rudolf Rimpel

Schulbildung: 1961 Volksschule Weißenburg

1961 - 1965 Volksschule Schweinauerstraße in Nürnberg

1965 - 1974 Dürer Gymnasium Nürnberg (Abschluß: Abitur)

Studium: Ab WS 1976/77 Studium der Geologie und Paläontologie an der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen/Nürnberg

1979 Vordiplom-Prüfung

1981 Diplom-Hauptprüfung (Thema der Diplom-Arbeit: Stratigraphische und tektonische Untersuchungen im Gebiet S' Amfiklia (Mittelgriechenland)

1982 - 1985 Promotion

Berufliche Tätigkeit: Ab 1983 wissenschaftlicher Assistent am Lehrstuhl für Angewandte Geologie des Geologischen und Mineralogischen Instituts der Friedrich-Alexander-Universität Erlangen/Nürnberg.

Herstellung: Copy Center 2000 Obere Karlstraße 30 8520 Erlangen